

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA
SUPERVISIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS EN
ALTURA DE TRES NIVELES, USANDO LAS
NORMATIVAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
APLICADAS EN EL SALVADOR”**

PRESENTADO POR:

JOSÉ RICARDO CASTRO LUNA

ROBERTO CARLOS MELARA SORIANO

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR INTERINO :

LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR :

ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO CIVIL

Título :
**“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA
SUPERVISIÓN ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS EN
ALTURA DE TRES NIVELES, USANDO LAS
NORMATIVAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
APLICADAS EN EL SALVADOR”**

Presentado por :
**JOSÉ RICARDO CASTRO LUNA
ROBERTO CARLOS MELARA SORIANO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores :
**ING. MSD. ADRY VIVINA FLORES ALVARADO
ING. ROBERTO OTONIEL BREGANZA ESTRADA
ING. HERBER ORLANDO HERRERA COELLO**

San Salvador, Noviembre 2016.

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores :

ING. MSD. ADRY VIVINA FLORES ALVARADO

ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA

ING. HERBER ORLANDO HERRERA COELLO

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO, por haberme permitido alcanzar esta meta, por ser el guía de mi vida y estar conmigo en cada momento de este camino.

A MIS PADRES, Rafael David Casto González y Gladis Margarita Luna de Castro, ya que, sin ellos, sin su esfuerzo, su gran amor y su sacrificio, se me hubiese hecho más difícil culminar esta meta, gracias por los consejos, por la confianza que depositaron en mí, porque sé que cuando el camino se ponía más duro fueron mi apoyo y mi fortaleza.

A MIS HERMANOS, Rafael David Castro Luna y José Eduardo Castro Luna, por haberme apoyado en el transcurso de mi carrera, por sus consejos y por estar siempre para mí.

MI COMPAÑERO DE TESIS. Gracias a mi compañero de tesis por haberme apoyado en este proyecto y de esta forma poder sacar adelante todo lo que se había planificado ya que sin su ayuda hubiera sido todo más difícil.

A TODOS LOS AMIGOS que hice durante la carrera, gracias por haber hecho este trayecto mucho más agradable.

ASESORES. Agradecer a los asesores a la Ingeniera Adry Vivina Flores quien fue nuestra docente directora y es quien guio esta investigación, así como también a los Ingenieros Roberto Otoniel Berganza y Herbert Herrera Coello quienes fueron de gran ayuda al momento de darnos sus observaciones y hacer sugerencias.

José Ricardo Castro

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Primeramente, darle gracias a Dios ya que él es el que me ha permitido alcanzar mi meta dándome la sabiduría y la perseverancia en los momentos en que sentía desmayar.

MIS PADRES. A mis padres Concepción Soriano y Carlos Melara quienes han sido el motor que me ha impulsado a salir adelante, sin su apoyo no hubiera podido ser posible realizar mi sueño de ser Ingeniero Civil, gracias por ese apoyo incondicional y por siempre creer en mí.

MIS HERMANOS/AS. Agradezco a todos mis hermanos y hermanas (Fredy, Luis, Víctor, Mauricio, Mirna y Aminta) por el apoyo brindado en todo el transcurso de la carrera.

MI COMPAÑERO DE TESIS. Gracias a mi compañero de tesis por haberme apoyado en este proyecto y de esta forma poder sacar adelante todo lo que se había planificado ya que sin su ayuda hubiera sido todo más difícil.

COMPAÑEROS Y AMIGOS. A todos mis ex compañeros y amigos gracias por estar ahí siempre apoyándome a que siguiera adelante y no me diera por vencido sepan que fue de mucha ayuda cuando nos reuníamos a estudiar y la pasábamos muy bien estudiando y departiendo entre amigos.

ASESORES. Agradecer a los asesores a la Ingeniera Adry Vivina Flores quien fue nuestra docente directora y es quien guio esta investigación, así como también a los Ingenieros Roberto Otoniel Berganza y Herbert Herrera Coello quienes fueron de gran ayuda al momento de darnos sus observaciones y hacer sugerencias.

Roberto Melara Soriano

INDICE GENERAL

Tabla de simbología	xxvi
Introducción general	xxviii
Capítulo 1: Anteproyecto	1
1.1 Introducción	2
1.2 Antecedentes históricos	3
1.2.1 Desordenamiento Territorial desde la época colonial	5
1.2.2 Intervención del Estado en 1950 para la problemática de la vivienda. 7	
1.2.3 Proyectos habitacionales en altura desarrollados por el Instituto de Vivienda Urbana (IVU).	9
1.2.3.1 Centros Urbanos construidos en la década de 1950.....	9
1.2.3.2 Centros Urbanos construidos en la década de 1960.....	13
1.2.3.3 Centros Urbanos construidos en la década de 1970.....	15
1.2.4 Instituciones que desarrollan y financian proyectos habitacionales en altura en la actualidad.	21
1.2.5 La Empresa Privada	25
1.2.6 Viviendas en Altura; tendencia hacia el Desarrollo Sostenible.....	31

1.2.7 Clasificación de viviendas en altura.....	32
1.3 Supervisión de Viviendas en Altura.....	34
1.4 Planteamiento del problema.....	35
1.5 Justificación.....	38
1.6 Objetivos	41
1.6.1 General.....	41
1.6.2 Específicos.....	41
1.7 Alcances.....	42
1.8 Limitaciones	43
Capítulo 2: Generalidades	44
2.1 Introducción.....	45
2.2 Marco Teórico	46
2.2.1 Supervisión.....	46
2.2.2 Tipos de Supervisión	48
2.2.3 Supervisión de viviendas en altura.....	54
2.2.3.1 Supervisión estructural	54
2.2.4 Sistemas actuales de supervisión.....	56
2.2.5 Procesos de supervisión	58

2.2.5.1 Actividades a realizar previas a la ejecución de la obra	60
2.2.5.2 Actividades a realizar durante la ejecución de la obra.....	60
2.2.5.3 Actividades a realizar previas a la terminación de la obra.....	63
2.2.5.4 Actividades al término de la obra.....	66
2.2.6 El Supervisor	68
2.2.7 Perfil del supervisor	69
2.2.8 Funciones del Supervisor.	72
2.2.8.1 Funciones del Supervisor	73
2.2.8.2 Autoridad del Supervisor	74
2.2.8.3 Responsabilidades del Supervisor.	74
2.2.8.4 Comunicaciones por parte del supervisor	77
2.2.9 Obligaciones del supervisor.	78
2.2.9.1 Obligaciones generales:	78
2.2.9.1 Obligaciones Específicas	79
2.3 Instituciones supervisoras de obras de construcción en El Salvador ...	88
2.3.2 Sector privado	90
2.4 Contratación de la supervisión	90
2.4.1 Prohibiciones para contratos de supervisión, según la LACAP	91
2.5 Ética profesional de la supervisión	92

2.5.1 Fundamentos	93
2.5.2 Ejercicio profesional	93
2.5.3 Actos contrarios a la ética	94
2.5.4 Organización y control.....	96
2.6 Documentación requerida para ejercer la supervisión	97
2.7 Normativas de diseño y construcción aplicadas en El Salvador.....	99
2.7.1 Leyes, Normas y Reglamentos de la Republica de El Salvador.....	99
2.7.1.1 Leyes aplicadas en la Republica de El Salvador en la Industria de la Construcción	100
2.7.1.2 Normas técnicas y Reglamentos aplicados en la Republica de El Salvador en la Construcción.....	101
Capítulo 3: Metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura	108
3.1 Introducción.....	109
3.2 Generalidades	110
3.3 Metodología para la supervisión estructural de obras	111
3.3.1 Fase 1. Inicio de la construcción de la obra.	115
3.3.1.1 Revisión de los documentos contractuales y presupuestales	116

3.3.1.2 Control presupuestal por parte de la supervisión	135
3.3.1.3 Reuniones de información general	138
3.3.1.4 Orden de inicio de la obra.	138
3.3.2 Fase 2. Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra	139
3.3.2.1 Entrega del terreno.....	140
3.3.2.2 Control de los recursos humanos, materiales y equipo.	141
3.3.2.3 Apoyo en la solución de problemas administrativos y técnicos. ..	141
3.3.2.4 Reuniones de personal técnico en obra	142
3.3.2.5 Control de programas de actividades en la obra	143
3.3.2.6 Control de calidad de los materiales y equipos	144
3.3.3 Fase 3. Movimientos de tierra y terracería	160
3.3.3.1 Nivelaciones	161
3.3.3.2 Trazos	161
3.3.3.3 Excavaciones	162
3.3.3.5 Movimientos de tierra.	166
3.3.3.6 Cortes y Rellenos con tierra	166
3.3.4 Fase 4. Revisión de materiales de construcción en la obra y procesos constructivos.	167

3.3.4.1 Agregados.....	167
3.3.4.2 Cemento.....	168
3.3.4.3 Agua.....	168
3.3.4.4 Aditivos.....	168
3.3.4.5 Acero de refuerzo.....	169
3.3.4.6 Colocación del acero de refuerzo.....	169
3.3.4.7 Soldadura del refuerzo.....	169
3.3.4.8 Limpieza del acero.....	170
3.3.4.9 Tolerancias en el acero de refuerzo.....	170
3.3.4.10 Encofrados.....	171
3.3.4.11 Colocación del concreto, Concreto premezclado.....	174
3.3.4.12 Transporte del concreto.....	176
3.3.4.13 Colocación y vaciado del concreto.....	176
3.3.4.14 Vibrado del concreto.....	177
3.3.4.15 Aspecto del concreto.....	177
3.3.4.16 Resanes del concreto.....	178
3.3.4.17 Criterios estructurales y detallados del acero.....	178
3.3.4.18 Revisión de planos de taller.....	179
3.3.4.19 Elementos estructurales de concreto.....	180

3.3.4.20 Cimentaciones.....	181
3.3.4.21 Columnas de concreto.....	182
3.3.4.22 Muros de concreto reforzado.....	187
3.3.4.23 Vigas de concreto.....	189
3.3.4.24 Losas de concreto	192
3.3.4.25 Revisión de juntas en el concreto.....	197
3.3.4.26 Supervisión de los techos de las edificaciones.	198
3.3.5 Fase 5. Finalización y entrega de la obra.....	200
3.3.5.1 Limpieza del concreto.....	200

Capítulo 4: Aplicación Metodológica para la Supervisión Estructural de viviendas en altura de tres niveles.	201
4.1 Introducción.....	202
4.2 Generalidades	203
4.2.1 Especificaciones técnicas del proyecto.	203
4.2.2 Criterios de diseño.....	203
4.2.3 Información sobre los miembros estructurales	204
4.2.4 Requisitos sobre materiales de construcción	204
4.2.5 Notas generales en planos.....	205

4.2.6 Planos estructurales completos.....	205
4.2.7 Estudio de suelos.	205
4.3 Descripción del Proyecto.....	206
4.4 Metodología a emplear para la supervisión estructural	214
4.5 Aplicación de la metodología.....	215
4.5.1 Fase 1. Inicio de la construcción de la obra (Sección 3.3.1)	215
4.5.1.1 Revisión de los documentos contractuales (planos estructurales), (Sección 3.3.1.1).	215
4.5.1.2 Control Presupuestal por parte de la Supervisión (Sección 3.3.1.2)	227
4.5.1.3 Reuniones de información general (Sección 3.3.1.3)	228
4.5.1.4 Orden de inicio (Sección 3.3.1.4).	228
4.5.2 Fase 2. Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra (Sección 3.3.2)	232
4.5.2.1 Entrega del terreno (Sección 3.3.2.1).....	232
4.5.2.2 Control de los recursos humanos, materiales y equipo (Sección 3.3.2.2).	233
4.5.2.3 Apoyo en la solución de problemas administrativos y técnicos (Sección 3.3.2.3).	233

4.5.2.4 Control de Calidad de Materiales y Equipos (Sección 3.3.2.6).....	234
4.5.3 Fase 3. Nivelaciones y movimientos de tierra (Sección 3.3.3).	239
4.5.3.1 Nivelación y Trazo (Sección 3.3.3.1, Sección 3.3.3.2)	240
4.5.3.2 Excavaciones (Sección 3.3.3.3)	241
4.5.3.3 Movimientos de tierra, cortes y rellenos con tierra (Sección 3.3.3.4, Sección 3.3.3.5)	242
4.5.4 Fase 4: Revisión de materiales de construcción en la obra y procesos constructivos.	243
4.5.4.1 Revisión de Planos de Taller (Sección 3.3.4.17).....	245
4.5.4.2 Agregados, Cemento y Agua (Sección 3.3.4.1, Sección 3.3.4.2, Sección 3.3.4.3).	255
4.5.4.3 Acero de refuerzo (Sección 3.3.4.5).....	255
4.5.4.4 Colocación del Concreto (Sección 3.3.4.11, Sección 3.3.4.13)....	256
4.5.4.5 Encofrados (Sección 3.3.4.8, Sección 3.3.4.9).....	257
4.5.4.6 Cimentaciones (Sección 3.3.4.19).....	258
4.5.4.7 Muros de concreto reforzado (Sección 3.3.4.22).....	261
4.5.4.8 Vigas (Sección 3.3.4.20)	264
4.5.4.9 Losas (Sección 3.3.4.21).....	267
4.5.4.10 Revisión de Estructuras de Techos (Sección 3.3.4.24).	270

4.5.5 Fase 5: Finalización y entrega de la obra (Sección 3.3.5).....	274
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones.....	275
5.1 Conclusiones.....	276
5.2 Recomendaciones.....	279
Glosario.....	281
Bibliografía	287
ANEXOS	293
ANEXOS. Capítulo 2: Generalidades.....	294
Anexo 2.1: Modelo de contratación de la supervisión	295
ANEXOS. Capítulo 3: Metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura.	310
Anexo 3.1. Acta de inicio de obra.....	311
Anexo 3.2. Acta De Entrega De Terreno Para Ejecución De Obra	312
Anexo 3.3. Plano de taller de losa densa Bidireccional.....	314
Anexo 3.4. Plano de taller de losa densa	315
Anexo 3.4.1. Tabla de varillas de losa densa	316
Anexo 3.5. Plano de taller de losa unidireccional	317

Anexo 3.5.1. Tabla de varillas de losa unidireccional	318
Anexo 3.6. Plano de taller para vigas de fundación	319
Anexo 3.6.1. Plano de taller para detalle de refuerzo de viga de fundación	320
Anexo 3.6.2. Plano de taller para detalle de refuerzo de viga de fundación	321
Anexo 3.6.3. Plano de taller para listado de varillas de refuerzo en viga de fundación, lecho superior	322
Anexo 3.6.4. Plano de taller para listado de varillas de refuerzo en viga de fundación, lecho inferior	323
Anexo 3.7. Plano de taller para vigas de concreto	324
ANEXOS. Capítulo 4: Aplicación Metodológica para la Supervisión Estructural de viviendas en altura de tres niveles.	325
Anexo 4.1. Estudios de Suelos.....	326
Anexo 4.2. Ensayo de materiales.....	335
Anexo 4.3. Especificaciones Técnicas	341
Anexo 4.4. Planos Estructurales	364

INDICE DE IMÁGENES

Capítulo 1: Anteproyecto

Imagen 1.1: Línea de tiempo según ha evolucionado la vivienda en altura.	8
Imagen 1.2: Centro Urbano la Montserrat Ubicado sobre Autopista a Comalapa y Calle Monserrat en San Salvador (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21)	10
Imagen 1.3: Centro Urbano Libertad, monumento del Pañuelo; (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21).	11
Imagen 1.4: Centro Urbano Libertad (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21).....	12
Imagen 1.5: Centro Urbano José Simeón Cañas "Zacamil" (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1740802)	14
Imagen 1.6: Detalles arquitectónicos en Centro Urbano Zacamil (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1740802)	16
Imagen 1.7: Mapa de ubicación del Centro Urbano Zacamil.	16
Imagen 1.8: Centro Urbano Zacamil. (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21)	17
Imagen 1.9: Condominios Vistas de San Francisco (Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168)	27

Imagen 1.10: Condominio Altamira 122.....	
(Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168)	28
Imagen 1.11: Bosques de la Floresta.....	
(Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168)	28
Imagen 1.12: Condominio Torre Jade	
(Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168)	29
Imagen 1.13: Torre El Pedregal	
(Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Torre_El_Pedregal)	29
Imagen 1.14: Vista Lateral de Edificio "2", La Gran Manzana, Santa Tecla.	30

Capítulo 3: Metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura

Imagen 3.1: Posibles arreglos para paquetes de varillas.....	125
Imagen 3.2: Espaciamiento libre para traslapes del acero de refuerzo (ACI 318-14, Capitulo 25, Sección 25.5, Fig. R25.5.2.1).....	128
Imagen 3.3: Longitud de Zona de Confinamiento en Vigas	129
Imagen 3.4: Longitud de Zona de Confinamiento en Columnas	131
Imagen 3.5: Avance de la obra.	133
Imagen 3.6: Cronograma de actividades de la obra.	134
Imagen 3.7: Levantamiento topográfico del terreno de la obra.....	140

Imagen 3.8: Herramientas empleadas en la producción y fabricación de concreto en obra (Fuente: http://www.ecomec.org/equipos-de-construccion-liviana).	156
Imagen 3.9: Herramientas empleadas en la producción, transporte y fabricación diferentes elementos en la obra (Fuente: http://www.arqhys.com/arquitectura/proyecto-herramientas-construccion.html).	157
Imagen 3.10: Señalizaciones de prohibición (Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 106).....	158
Imagen 3.11: Señalizaciones de precaución (Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 107).....	159
Imagen 3.12: Señalizaciones de elementos de protección obligatorios a utilizar. (Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 108).....	159
Imagen 3.13: Proceso de elaboración de trazos en campo.	161
Imagen 3.14: Proceso de excavación en campo (Fuente: http://www.arqhys.com/construccion/excavaciones-estructurales.html).	162
Imagen 3.15: Ángulos de bisel para realizar soldadura en acero de refuerzo	170

Imagen 3.16: Encofrado de madera para columnas de concreto reforzado (Fuente: http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/02/columnas.html).....	173
Imagen 3.17: Detalle de encofrado para muros de concreto reforzado (Fuente: McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”, Capitulo 20, Sección 20.7, Figura 20.2).....	173
Imagen 3.18: Detalle de encofrado para losas de entrepiso (Fuente: McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”, Capitulo 20, Sección 20.7, Figura 20.1)	174
Imagen 3.19: Encofrados para vigas (Fuente: http://www.cuevadelcivil.com/2015/10/construccion-de-vigas-de-hormigon-armado.html).....	174
Imagen 3.20: Formas que adopta la mezcla en la prueba de revenimiento (Fuente: http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostrucion/guiasLab/ensayoConcretoFresco/REVENIMIENTO.pdf , fig. 2.).....	175
Imagen 3.21: Colado correcto he incorrecto en elementos verticales (Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), México (1999). Manual para supervisar obras de concreto, ACI 311-99, Fig. 9.4(a))	176
Imagen 3.22: Colado correcto he incorrecto en elementos horizontales (Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), México (1999). Manual para supervisar obras de concreto, ACI 311-99, Fig. 9.5(f))	177
Imagen 3.23: Encofrado en cimentaciones..... (Fuente: http://www.civilexcel.com/2012/06/disenio-de-zapata-aislada.html)..	182

Imagen 3.24: Detalle de refuerzo en columnas rectangulares y circulares (McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”, Capítulo 9, Sección 9.2, Figura 9.2 (a) y (b)).	185
Imagen 3.25: Proceso de revisión del encofrado de una columna.....	185
Imagen 3.26: Proceso de colado de una columna.	186
Imagen 3.27: Proceso de fabricación de una viga.	191
Imagen 3.28: Puntales metálicos sosteniendo losas de concreto (Fuente: http://ingenieriaobras.blogspot.com/2016/01/hoja-excel-para-encofrado-de-losa-maciza.html).....	193
Imagen 3.29: Planta de armado de techos.	198
Imagen 3.30: Sistema de fijación para techos metálicos (Fuente: http://e.se-todo.com/doc/1565/index.html?page=5).....	199
Imagen 3.31: Estructura de fijación en techos de madera (Fuente: http://e.se-todo.com/doc/1565/index.html?page=5)	199

Capítulo 4: Aplicación Metodológica para la Supervisión Estructural de viviendas en altura de tres niveles

Imagen 4.1: Fachada de Edificio "2", La Gran Manzana, Santa Tecla, El Salvador.....	207
Imagen 4.2: Vista Lateral de Edificio "2", La Gran Manzana, Santa Tecla.	207
Imagen 4.3: Plano de Ubicación	208

Imagen 4.4: Estructura de Escaleras	209
Imagen 4.5: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 0.000)	210
Imagen 4.6: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 3.000)	211
Imagen 4.7: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 6.000)	212
Imagen 4.8: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 9.000)	213
Imagen 4.9: Notas Estructurales.....	221
Imagen 4.10: Tabla de Recubrimientos en elementos estructurales	221
Imagen 4.11: Notas para restituciones de suelo.....	222
Imagen 4.12: Sección de viga.....	223
Imagen 4.13: Ganchos de doblado para el acero de refuerzo (Hoja E03, Planos estructurales)	225
Imagen 4.14: Permiso de Construcción	228
Imagen 4.15: Nivelación y Trazo en campo (Fuente: http://administracionequipo5.blogspot.com/2012/02/1-el-sitio.html).....	240
Imagen 4.16: Excavación en campo (Fuente: https://construtoratsc.wordpress.com/construccion/estaciones-de-servicio/)	241
Imagen 4.17: Relleno y acarreo de material selecto (Fuente: http://www.transcaz.com/la-empresa/maquinaria)	243
Imagen 4.18: Plano de Taller Losa densa sección transversal, h = 15 cm	245
Imagen 4.19: Plano de Taller Losa densa, h = 15 cm.....	246
Imagen 4.20: Plano de Taller de detallado de acero en losa densa, h = 15 cm.	247

Imagen 4.21: Plano de taller para viga V - 1, sección longitudinal.....	249
Imagen 4.22: Plano de taller para viga V - 1, Sección Transversal.....	249
Imagen 4.23: Plano de taller para solera SC - 2, sección longitudinal	251
Imagen 4.24: Plano de taller para solera SC - 2, sección transversal.....	251
Imagen 4.25: Plano de taller para zapata alargada Z - 1, sección longitudinal	253
Imagen 4.26: Plano de taller para zapata alargada Z - 1, sección transversal	253
Imagen 4.27: Solera de Fundación SF – 1	258
Imagen 4.28: Solera de Fundación SF – 2	259
Imagen 4.29: Sección Transversal de Zapata Corrida.....	259
Imagen 4.30: Sección Transversal de Viga (V-1).....	265

INDICE DE TABLAS

Capítulo 1: Anteproyecto

Tabla 1.1: Clasificación de Edificios en Centro Urbano Monserrat.	11
Tabla 1.2: Clasificación de Edificios en Centro Urbano Libertad.	13
Tabla 1.3: Proyectos habitacionales en altura construidos por el Instituto de Vivienda Urbana (IVU).	20
Tabla 1.4: Otros proyectos habitacionales en altura construidos por el Instituto de Vivienda Urbana (IVU)*	20
Tabla 1.5: Créditos FONAVIPO según salario familiar máximo (Año 2016).	22
Tabla 1.6: Complejos Habitacionales elaborados por empresas privadas en El Salvador.....	27
Tabla 1.7: Cuadro de Clasificación de edificaciones según su altura	33
Tabla 1.8: Costos máximos y mínimos de viviendas	36

Capítulo 2: Generalidades

Tabla 2.1: Descripción de Normas Técnicas aplicadas en El Salvador	105
Tabla 2.2: Descripción de Normas ASTM.....	106
Tabla 2.3: Descripción de reglamentos ACI.....	107

Capítulo 3: Metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura

Tabla 3.1: Recubrimiento mínimo en elementos de concreto no preesforzado in situ (ACI 318 – 14, Capítulo 20, sección 20.6, Tabla 20.6.1.3.1)).....	120
Tabla 3.2: Recubrimiento mínimo en elementos de concreto preesforzado in situ (ACI 318 – 14, Capítulo 20, sección 20.6, Tabla 20.6.1.3.2).....	121
Tabla 3.3: Recubrimiento mínimo en Concreto prefabricado en planta (ACI 318 – 14, Capítulo 20, sección 20.6, Tabla 20.6.1.3.3).....	122
Tabla 3.4: Tolerancias para “d” y el recubrimiento especificado (ACI 318 – 14, Capítulo 26, sección 26.6.2.1, Tabla 26.6.2.1(a)).	123
Tabla 3.5: Tolerancias para la ubicación longitudinal de los dobleces y extremos del refuerzo (ACI 318 – 14, Capítulo 26, sección 26.6.2.1, Tabla 26.6.2.1(b)).	123
Tabla 3.6: Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura (ACI 318-14, Capítulo 24, Sección 24.4.3, Tabla 24.4.3.2).....	124
Tabla 3.7: Gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.3, Tabla 25.3.1).....	126
Tabla 3.8: Gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en zona de confinamiento (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.3, Tabla 25.3.2).....	127
Tabla 3.9: Longitud de empalme por traslape de barras y alambres corrugados a tracción (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.5, Tabla 25.5.2.1)	127
Tabla 3.10: Longitudes para traslapes en el acero de refuerzo según el tipo de traslape	128

Tabla 3.11: Separación máxima de estribos de columnas en zonas no confinadas (ACI 318-14, Capítulo 10, Sección 10.7.6.5, Tabla 10.7.6.5.2).....	132
Tabla 3.12: Normas ASTM empleadas para elementos de acero estructural (Última versión de Normas ASTM).	145
Tabla 3.13: Normas ASTM empleadas para para materiales cementantes (Última versión de Normas ASTM).	146
Tabla 3.14: Clasificación por Densidad para bloques de concreto	150
Tabla 3.15: Requerimientos de Absorción para Bloques de Concreto.....	150
Tabla 3.16: Resistencia Mínima a Compresión de Bloques de Concreto.	151
Tabla 3.17: profundidades de perforación para un edificio con un ancho de 30 m, Sowers y Sowers (1970).....	163
Tabla 3.18: Tiempos mínimos para retiro de encofrado en elementos de concreto (ACI 347 – 04, Capítulo 3, Sección 3.6, Apartado 3.6.2).....	172
Tabla 3.19: Contenido mínimo para un plano de taller.	179
Tabla 3.20: Separación máxima de estribos de columnas en zonas no confinadas (ACI 318-14, Capítulo 10, Sección 10.7.6.5, Tabla 10.7.6.5.2).....	184
Tabla 3.20: Espesor mínimo del muro, h (ACI 318-14, Capítulo 11, Sección 11.3, Tabla 11.3.1.1).....	188
Tabla 3.22: Espaciamiento máximo para el refuerzo de vigas en zonas no confinadas (ACI 318-14, Capítulo 10, Sección 9.7.6.2, Tabla 9.7.6.2.2).....	189
Tabla 3.23: Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzados (ACI 318-14, Capítulo 7, Sección 7.3.1.1, Tabla 7.3.1.1)	192

Tabla 3.24: Espesor mínimo de losas no preesforzadas en dos direcciones sin vigas interiores (ACI 318-14, Capítulo 8, Sección 8.3.1.1, Tabla 8.3.1.1).....	194
Tabla 3.25: Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados ((ACI 318-14, Capítulo 8, Sección 8.3.1.2, Tabla 8.3.1.2).....	195

Capítulo 4: Aplicación Metodológica para la Supervisión Estructural de viviendas en altura de tres niveles

Tabla 4.1: Resultados de ensayos de compresión para concreto bajo la Norma ASTM C39.	217
Tabla 4.2: Resultados de ensayos de tensión de acero de refuerzo bajo la Norma ASTM A370 - 97.....	218
Tabla 4.3: Resumen de las resistencias de diseño para materiales empleados en el proyecto.	218
Tabla 4.4: Longitud de Anclajes y Traslapes en acero de refuerzo	219
Tabla 4.5: Elementos estructurales empleados en el proyecto.....	226
Tabla 4.6: Aspectos que no cumplieron en análisis de la Fase 1	231
Tabla 4.7: Diámetro de varillas de acero de refuerzo ensayadas	235
Tabla 4.8: Aspectos que no cumplieron en análisis de la Fase 2	239
Tabla 4.9: Cuadro de varillas losa densa, h = 15 cm	248
Tabla 4.10: Cuadro de Varillas para Viga (V - 1), 60 x 15 cm.....	250

Tabla 4.11: Cuadro de Varillas para Solera (SC - 2), 60 x 20 cm	252
Tabla 4.12: Cuadro de Varillas para Zapata (Z - 1), 40 x 210 cm	254
Tabla 4.13: Cuadro de armado del acero de refuerzo para cimentaciones	260
Tabla 4.14: Cuadro de armado del acero de refuerzo para muros de concreto reforzado.....	263
Tabla 4.15: Cuadro de armado del acero de refuerzo para vigas	266
Tabla 4.16: Cuadro de armado del acero de refuerzo para losas densas	269
Tabla 4.17: Cuadro de armado del acero de refuerzo para losas densas por temperatura.....	269
Tabla 4.18: Cuadro Resumen de la metodología aplicada	273

INDICE DE ESQUEMAS

Capítulo 2: Generalidades

Esquema 2.1: Tipos de Supervisión.	48
Esquema 2.2: Sectores en donde se realiza la supervisión de obras.	50
Esquema 2.3: Organigrama de una empresa supervisora.	53
Esquema 2.4: Organigrama de una supervisión en campo.	54
Esquema 2.5: Procesos de supervisión a realizar antes, durante y al finalizar la obra.	59
Esquema 2.6: Características personales que debe tener un supervisor.	70
Esquema 2.7: Funciones del supervisor.	73
Esquema 2.8: Responsabilidades legales, técnicas y laborales de un supervisor.	75
Esquema 2.9: Componentes del código de ética profesional en la ingeniería y arquitectura.	92
Esquema 2.10: Normas Técnicas contenidas en el Reglamento para la seguridad estructural de las construcciones.	103

Capítulo 3: Metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura

Esquema 3.1: Metodología general para la supervisión estructural de viviendas en altura.	112
---	-----

Esquema 3.2: Fase 1. Inicio de la construcción de la obra.....	115
Esquema 3.3: Fase 2. Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra.....	139
Esquema 3.4: Fase 3. Movimientos de tierra y terracería.....	160

Tabla de simbología

α_f	Relación entre la rigidez a flexión de una sección de viga y la rigidez a flexión de una franja de losa limitada lateralmente por los ejes centrales de los paneles adyacentes (si los hay) a cada lado de la viga.
α_{fm}	Es el valor promedio de α_f para todas las vigas en el borde de un panel.
A_s	Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.
β	Relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa.
b_w	Ancho del alma o diámetro de la sección circular.
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.
d_{agg}	Tamaño nominal máximo del agregado grueso.
db	Diámetro nominal de una barra, alambre o torón de preesforzado.
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del concreto.
f_y	Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo no preesforzado.

h	Espesor total o altura de un miembro.
l	Luz de la viga o losa en una dirección; proyección libre del voladizo.
l_d	Longitud de desarrollo en tracción para barras corrugadas, alambres corrugados, refuerzo electrosoldado de alambre liso o corrugado, o torones de preesfuerzo.
l_{ext}	Extensión recta en el extremo de un gancho estándar.
l_n	Luz libre medida entre caras de los apoyos.
l_o	longitud, medida desde la cara del nudo a lo largo del eje del miembro, dentro de la cual debe colocarse refuerzo transversal especial.
l_{st}	Longitud del empalme por traslapo en tracción.
S_o	Espaciamiento centro a centro del refuerzo transversal dentro de una longitud l _o .
V_s	Resistencia nominal a cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Introducción general

El presente trabajo de investigación propone una nueva metodología para los procesos de Supervisión Estructural de viviendas en altura de tres niveles, ya que nace como una necesidad debido a la falta de manuales, normas técnicas y/o reglamentos para llevar a cabo las buenas prácticas de ejecución.

El desarrollo de la investigación se realiza en cinco capítulos:

El Capítulo 1, contiene los antecedentes de las construcciones de viviendas en altura en El Salvador, Planteamiento del problema, Justificaciones, Objetivos, Alcances y Limitaciones, elementos que componen la base de esta investigación.

El Capítulo 2, se centra en las generalidades del profesional de la construcción que está encargado de vigilar que los procesos de construcción sean llevados a cabo de manera correcta según lo indiquen las Leyes, Normas Técnicas, y/o Reglamentos de construcción, es decir, el Supervisor; además de indicar las características profesionales y personales que dicho profesional debe de poseer.

El Capítulo 3, expone la metodología para la supervisión estructural a aplicar en cualquier obra de construcción, indicando los procesos a seguir; la metodología esta divididos en cinco fases, cada una de ellas con un cierto número de sub-fases o procesos que se deben de seguir para garantizar que el proceso de

construcción - supervisión llevado a cabo en la obra civil (edificaciones) cumpla con lo indicado en las diferentes Leyes, Normas Técnicas y/o Reglamentos de construcción aplicados en El Salvador.

El Capítulo 4, Es la aplicación de la metodología indicada en el Capítulo 3 a través de un ejemplo práctico; seleccionando un edificio de viviendas de tres niveles ubicado en el municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad, en donde se verifica el cumplimiento de las fases indicadas.

Finalmente, el Capítulo 5, se exponen las conclusiones obtenidas y las recomendaciones de la investigación que se deben tomar en cuenta para darle seguimiento y continuidad para futuras estudios acerca del tema.

Capítulo 1: Anteproyecto

1.1 Introducción

En El Salvador la vivienda cumple un papel importante en el desarrollo y calidad de vida de las personas, pero muchas veces este desarrollo se ve disminuido debido a la expansión descontrolada que se da al necesitar cada vez más de espacio horizontal en la construcción de viviendas de un solo nivel cuyo factor de expansión es el crecimiento poblacional y la necesidad de un lugar donde vivir.

Al necesitar cada vez más de espacio territorial para la construcción de viviendas de un solo nivel y al agotarse los suelos disponibles para este tipo de construcciones, es que se tomó la idea a partir de 1950 la construcción de viviendas en altura, eliminando así la necesidad de espacio horizontal. La construcción de viviendas en altura trae algunas ventajas, como requerir cada vez menos espacio horizontal y la reducción del costo comparado a una vivienda típica de un solo nivel.

Al analizar la creciente necesidad de las viviendas en altura y ver la importancia que estas tienen, conllevan a presentar una metodología para verificar los procesos de supervisión estructural de este tipo de edificaciones utilizando los distintos Códigos de Diseño y Construcción aplicados en El Salvador, para que de esta manera los profesionales así como los estudiantes de Ingeniería Civil cuenten con una herramienta que les permita conocer el proceso de supervisión estructural que se requiere en este tipo de edificaciones.

1.2 Antecedentes históricos

La importancia de la supervisión en la construcción ha sido reconocida desde que esta actividad se profesionalizó. En un documento fechado en el año 97 D.C., Sixto Frontino, Comisionado de aguas del Imperio Romano, escribió: *“Ni una obra requiere mayor cuidado que aquella que debe soportar la acción del agua; por esta razón todas las partes del trabajo deben hacerse de acuerdo con las reglas del arte, que todos los obreros saben, pero pocos cumplen”*. Este importante constructor de hace casi dos mil años expuso que aun cuando el personal obrero sea competente, la labor de la supervisión es necesaria para garantizar que el trabajo cumpla con lo plasmado en los planos y en las especificaciones técnicas.¹

En 1964, Jacob Feld, notable investigador de las fallas estructurales de los edificios de concreto, observó que en muchos casos las causas de los colapsos no provienen de la insuficiencia en el diseño, sino de la falta de competencia de la supervisión, y escribió: *“La supervisión competente y estricta, casi inamistosa, parece ser la clave del problema de cómo prevenir fallas”*.²

También, muchos estudios han mostrado que gran parte de los problemas en las construcciones, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como desde el punto de vista del servicio, no provienen del diseño, ni de los materiales, sino principalmente de la ejecución de la construcción. Calavera (1996) reporta que el 51% de fallas son atribuibles a la ejecución y el 37% se le atribuye al

¹ Solís Carcaño, Rómel G., (2004), La Supervisión de obra, Pág. 56

² Solís Carcaño, Rómel G., (2004), La Supervisión de obra, Pág. 56

proyecto. Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la supervisión; en muchos casos el desempeño de esta actividad tiene una fuerte influencia en las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, y puede provocar elevados costos durante estas fases del ciclo del proyecto, e incluso una utilización ineficiente de la construcción.³

Ante el problema de la supervisión que se ejerce sobre viviendas en altura de parte de las instituciones ejecutoras de proyectos, sobre todo debido a que se carece de un documento que proponga la metodología para su ejecución, es necesario conocer un poco de la historia de las viviendas en altura en El Salvador para comprender la necesidad que se tiene de supervisar este tipo de estructuras en la actualidad; a pesar que los reglamentos de Diseño y Construcción del país establecen indicaciones que debe de seguir la supervisión durante la ejecución de la obra, así como lo establece el *“Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de la República de El Salvador”* de 1989 que menciona en sus artículos 68, 69 y 70 correspondientes al capítulo XIX de dicho reglamento lo siguiente:

“Art. 68: En toda edificación en construcción ya sea nueva o por reparar, será necesario e imprescindible la supervisión y control de los materiales a usarse en la obra, para comprobar si en efecto se está cumpliendo con lo especificado en los planos y especificaciones técnicas “.

“Art. 69: La supervisión de la obra deberá ser efectuada por un Ingeniero o Arquitecto de experiencia legalmente facultado para el ejercicio de su profesión,

³ Solís Carcaño, Rómel G., (2004), La Supervisión de obra, Pág. 56

el control de calidad por un laboratorio de reconocida capacidad y serán contratados por el propietario “.

“Art. 70: El control de calidad de los materiales será reportado al supervisor y al propietario. El supervisor notificará al propietario sobre cualquier anomalía que se esté cometiendo en cuanto al uso de los materiales, técnicas de construcción o incumplimiento de las especificaciones técnicas “

Tal como se indica en los artículos anteriormente citados, aunque se mencionan los criterios de responsabilidad que debe de seguir el supervisor durante la ejecución de la obra, se carece de un proceso metodológico para llevar a cabo el control de una construcción.

A continuación, se hace un breve resumen de los inicios de la vivienda en El Salvador, y de cómo se desarrolló el concepto de vivienda en altura, así como también los proyectos más representativos de este tipo de vivienda en cada década a partir del año 1950.

1.2.1 Desordenamiento Territorial desde la época colonial.

Durante el período colonial (1540 – 1821), las políticas relacionadas con el uso de la tierra determinaron la distribución de los asentamientos humanos en todo el país.

El poder político-administrativo, el comercio y los servicios básicos se ubicaban en las ciudades mayores, las que posteriormente se convirtieron en núcleos urbanos que aún mantienen cierta hegemonía. La independencia y el desarrollo del capitalismo repercutieron directamente en los procesos económicos y sociales, y por añadidura en los procesos

poblacionales del país, al insertarse en el mercado mundial como productor y exportador de café. La hacienda cafetalera se expandió a costa de los ejidos y de tierras comunales destinadas a la economía de subsistencia durante la colonia, dando lugar de esta manera a la convivencia del latifundio con el minifundio y al desligamiento del campesino de la tierra. El salario como forma de retribución del trabajo es introducido. Así, el trabajador asalariado estará donde esté el salario, induciéndose una movilidad de fuerza de trabajo.⁴

Aproximadamente a mediados del siglo XX, fue notable la constante precariedad de la mayoría de las casas campesinas y de las diferencias entre los modos de vida de todos los estratos sociales. En los barrios populares cada día se veían el apareamiento de nuevas colonias.

Actualmente se dice que, en el caso de la capital, los espacios verdes han ido desapareciendo con el crecimiento gradual del comercio y de las familias que optan por vivir en San Salvador, según el coordinador del Foro Permanente para el Desarrollo Integral del Centro Histórico, Carlos Pastrana *"Desde 2005 hemos luchado porque se le devuelva la declaratoria de San Salvador. El centro histórico era desde el Reloj de Flores al Oriente, llegaba hasta el Hospital Rosales al Occidente. De la zona Norte, desde la alameda Juan Pablo II y al Sur hasta el bulevar Venezuela"*.

⁴ Centro Centroamericano de Población (CCP), Universidad de Costa Rica (UCR), Costa Rica, Moran Mendoza, José David, (2001). Guerra y Migración Interna en El Salvador 1978 – 1991, Cap. 15, Págs. 309 – 310.

Un conglomerado de Ingenieros y Arquitectos consideran que la capital urge de la construcción de edificios para albergar a familias salvadoreñas y así crear espacios verdes, construir carreteras y comenzar a ordenar el Gran San Salvador.⁵

1.2.2 Intervención del Estado en 1950 para la problemática de la vivienda.

A pesar del crecimiento urbano de San Salvador el Estado no presentaba ninguna solución en el sector de la vivienda, sino hasta el año de 1950. Es ahí donde la participación del Estado en este sector comenzó a mostrar dinamismo, y se inicia una modernización del papel del Estado Salvadoreño; donde sus principales políticas estaban dirigidas a mejorar las condiciones de vida de la población esto se logró con la creación de entes autónomos que dan un fuerte impulso a la construcción de infraestructura física y en los conjuntos habitacionales no importando la clase social de las personas para lo cual se realizaron diferentes tipos de construcciones de viviendas en altura adecuadas a la situación económica de cada parte de la población. Una de las principales funciones del Estado Salvadoreño (década de 1950) fue la de construcción de viviendas como una función de interés social, por lo que se creó el Instituto de Vivienda Urbana (IVU). Nace con la función

⁵ Diario "La Página", El Salvador, (2016). "Vivienda en altura, ¿una opción o una necesidad en San Salvador?", - <http://www.lapagina.com.sv/nacionales/119474/2016/07/11/Vivienda-en-altura-una-opcion-o-una-necesidad-en-San-Salvador>

específica de desarrollar y ejecutar proyectos habitacionales de carácter social a familias con ingresos bajos y medios. También desarrolló proyectos de lotes con servicio y de mejoramiento y renovación de tugurios a través del Programa de “Acceso al Bienestar Comunitario”.

El Instituto de Vivienda Urbana (IVU) funcionó durante 41 años y logró construir aproximadamente 31,382 viviendas localizadas en diferentes áreas de San Salvador. Para la década de 1980 se le retiraron los recursos que el gobierno le transfería del presupuesto de la nación; la crisis económica en el marco de la guerra y las políticas de privatización aplicadas a partir de 1989, llevaron a la liquidación y al cierre definitivo del Instituto de Vivienda Urbana (IVU) en 1991. A continuación, se hace mención de algunos de los proyectos que se realizaron. Actualmente el Fondo Social para la Vivienda (FSV), el Viceministerio de Vivienda (VMVDU) y el FONAVIPO velan por dar las facilidades a las personas para que obtengan una vivienda digna. En la imagen 1.1, se presenta una línea de tiempo que indica cómo ha evolucionado la construcción de las viviendas en altura en El Salvador.

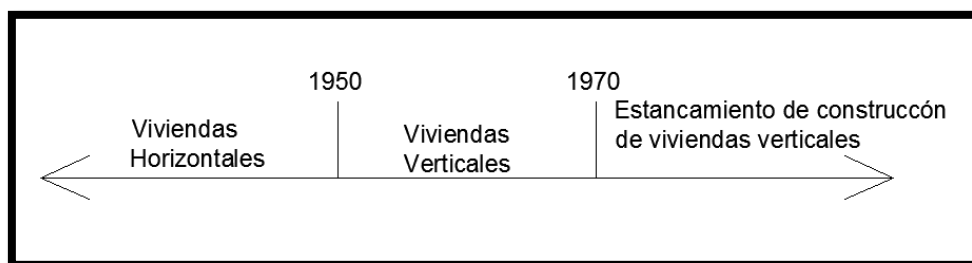


Imagen 1.1: Línea de tiempo según ha evolucionado la vivienda en altura.

1.2.3 Proyectos habitacionales en altura desarrollados por el Instituto de Vivienda Urbana (IVU).

El Instituto de Vivienda Urbana (IVU) desde la década de 1950 hasta la década de 1970 desarrolló varios proyectos habitacionales en altura mediante edificios multifamiliares, para cubrir la demanda habitacional y de esta forma proporcionar una vivienda digna a cada una de estas personas, a continuación, se mencionan los Centros Urbanos más representativos construidos por el IVU a partir de la década de 1950 hasta la década de 1970.

1.2.3.1 Centros Urbanos construidos en la década de 1950.

Durante la década de 1950 el IVU comenzó a construir los centros urbanos conocidos como “Centro Urbano Montserrat” y “Centro Urbano Libertad”⁶, a continuación, se detallan cada uno de ellos:

- a. Centro Urbano Montserrat:** Construido en 1951, cuenta con apartamentos de 52 m² por apartamento, además el centro urbano cuenta con 21 edificios de 4 niveles cada uno, los cuales están construidos por marcos estructurales de concreto y paredes de relleno (ver imagen 1.2).

⁶ Gutiérrez Poizat, Sandra, Universidad Centro Americana, El Salvador. (2014). Arquitectura Moderna en El Salvador, Tabla II, Pág. 3.



Imagen 1.2: Centro Urbano la Montserrat Ubicado sobre Autopista a Comalapa y Calle Monserrat en San Salvador (Fuente:<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21>)

Este Centro Urbano cuenta con acceso vehicular y peatonal dentro del complejo habitacional. Los apartamentos actualmente cuentan con su propio parqueo colectivo, el cual tiene un acceso principal y único, rodeado de zonas verde desde donde parten las sendas peatonales hacia cada edificio.

Los edificios que forman parte de dicho Centro Urbano (Centro Urbano Montserrat) fueron clasificados de tres formas, las cuales se mencionan en la tabla 1.1 a continuación.

Edificios	No de niveles	Forma geométrica	Apartamentos por nivel	Tipo de estructura
A, B, C, D, E, F, K	4	Cuadrada	2	Marcos de Concreto Reforzado
I, J, K, N, O	4	Rectangular	2	Marcos de Concreto Reforzado
P	4	Rectangular	2	Marcos de Concreto Reforzado

Tabla 1.1: Clasificación de Edificios en Centro Urbano Monserrat.

b. Centro Urbano Libertad: Construido en 1957. Cuenta con un área de 70 m² por apartamento, consiste en un Centro Urbano con 17 edificios de 4 niveles cada uno (ver imagen 1.3).



Imagen 1.3: Centro Urbano Libertad, monumento del Pañuelo;
 (Fuente:<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21>).

Además, se estableció la distribución de espacios de tal forma que estas sean consideradas racionales y equitativas, y establece además áreas comunes entre sus edificios como podemos observar en la imagen 1.4.

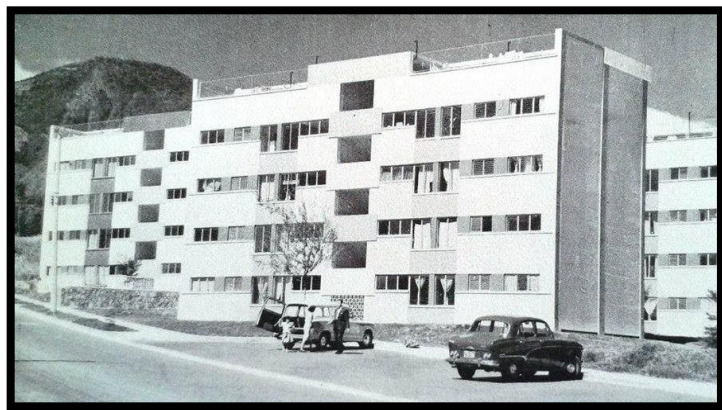


Imagen 1.4: Centro Urbano Libertad (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21>).

En dicho Centro Urbano la distribución por cada nivel se estableció de la siguiente manera:

- i.*** Primer nivel: Habitaciones;
- ii.*** Segundo nivel: Habitaciones;
- iii.*** Tercer nivel: Lavandería;
- iv.*** Cuarto nivel: Lavandería.

Los edificios fueron clasificados tal como lo muestra la tabla 1.2.

Edificios	No de Niveles	Forma de la estructura de techos	Tipo de estructura
A, B, C, D	4	Techo Curvo	Marcos de Concreto Reforzado
E, F, G, H	4	Techo a dos aguas	Marcos de Concreto Reforzado
I, J, K, L, M, N	4	Techo plano	Marcos de Concreto Reforzado

Tabla 1.2: Clasificación de Edificios en Centro Urbano Libertad.

Este tipo de vivienda fue diseñado y planificado, con espacios amplios para sus habitantes al interior de sus apartamentos, además de contar con todos los servicios básicos, parqueo y muchas zonas verdes, las cuales incluyeron juegos para niños, formando una excelente combinación entre los edificios y las amplias zonas verdes con las que cuenta el complejo habitacional.

1.2.3.2 Centros Urbanos construidos en la década de 1960

Durante la década de 1960 el IVU comenzó a construir el centro urbano conocido como “Centro Urbano José Simeón Cañas”⁷ también conocido como “Zacamil”, a continuación, se detalla dicho Centro Urbano:

- a. Centro Urbano José Simeón Cañas:** El complejo habitacional del Centro Urbano José Simeón Cañas, fue

⁷ Gutiérrez Poizat, Sandra, Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” (UCA), El Salvador. (2014). Arquitectura Moderna en El Salvador, Tabla II, Pág. 3.

construido en varias etapas, correspondiendo la primera de ellas al año 1967, de las cuales no se tiene conocimiento cuanto era el área de sus apartamentos ni al sistema estructural con el que fueron diseñadas, pero tal como se muestra en la imagen 1.5 se puede asumir que dicho centro urbano fue construido a base de marcos de concreto reforzado con paredes de relleno.



Imagen 1.5: Centro Urbano José Simeón Cañas "Zacamil" (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1740802>)

Estas edificaciones han sido sometidas a diversos fenómenos sísmicos mencionándose los años de 1986 y los

dos del 2001, en los cuales sus daños presentados no han sido mayores que permitieran salir de su funcionamiento.

1.2.3.3 Centros Urbanos construidos en la década de 1970.⁸

Durante la década de 1970 se continuó con la construcción del Centro Urbano José Simeón Cañas por parte del IVU, ya que este fue construido en varias etapas, a continuación, se detalla cómo se dio dicha ampliación.

Durante los años 70 con la ampliación acelerada de la ciudad hacia el norte y la construcción del Centro Urbano José Simeón Cañas o “Zacamil”, se construyeron el resto de los edificios H, I, J, K, L, M, N los cuales tuvieron un diseño diferente a los primeros ya que se manejó más el criterio económico que el estético, pero siempre se continuo con la estructura de marcos de concreto reforzado; los cambios que se mencionan fueron más que todo de carácter arquitectónico como se observa en las imágenes 1.6 y 1.7. Además, en la imagen 1.7 se observa la distribución que tiene dicho centro urbano alrededor de la época en la que fue construido.

⁸ Arq. Peñate De Monge, Ily (2008), Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). “La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos”, Pág. 18.



Imagen 1.6: Detalles arquitectónicos en Centro Urbano Zacamil (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1740802>)

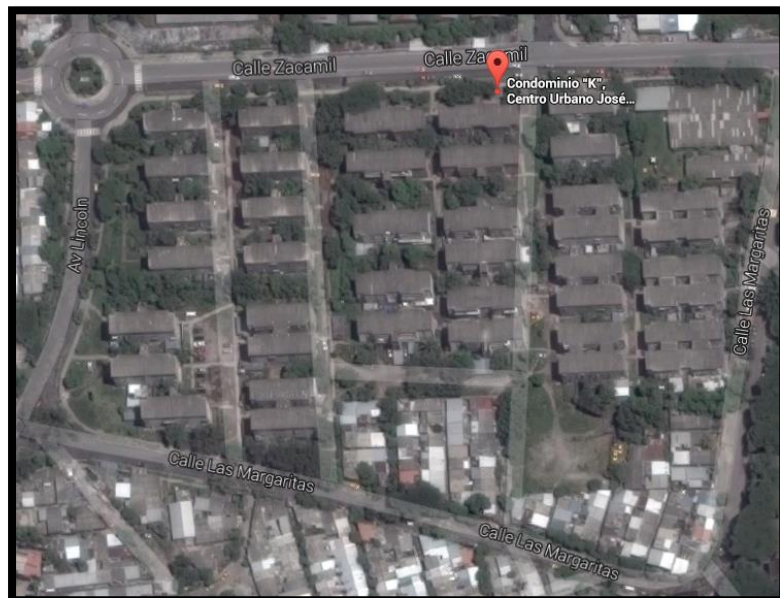


Imagen 1.7: Mapa de ubicación del Centro Urbano Zacamil.

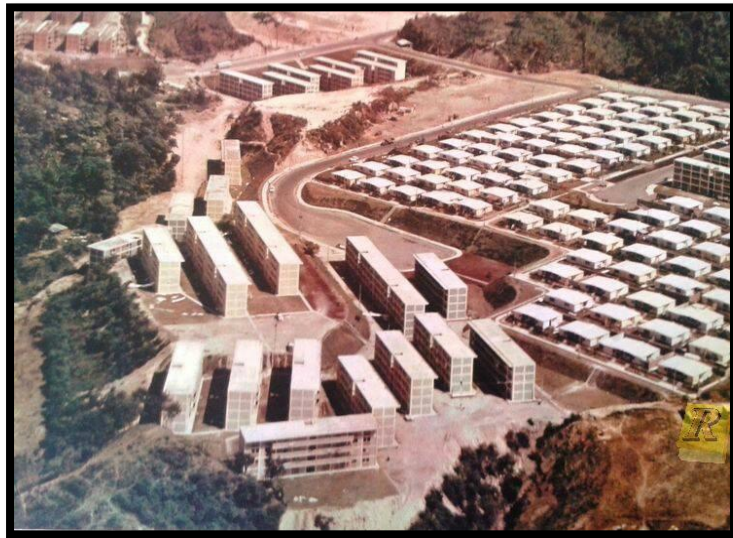


Imagen 1.8: Centro Urbano Zacamil. (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1572616&page=21>)

Cada uno de ellos fue clasificado de la siguiente manera y aquí se menciona la distribución que se realizó en su ejecución y como fue denominada cada una de ellas:

- a. Zona Magisterial:** Conocida también como los quinientos con cuatro niveles y cuatro apartamentos por nivel, construido mediante marcos de concreto y paredes de relleno. Este complejo fue asignado a maestros de primaria y secundaria, ya que en ese momento el gremio de maestros ejercía gran presión social por medio de (ANDES) Asociación Nacional de Educadores Salvadoreños. Estos apartamentos eran

considerados los más grandes del complejo habitacional.

- b. Zona de los Cuatrocientos:** la zona de los cuatrocientos cuenta con cuatro niveles y cuatro apartamentos por nivel.
- c. Zona del Hoyo:** Este proyecto fue construido aprovechando la topografía del lugar, es decir, a un nivel más abajo del nivel de las calles.
- d. Zona del Ex – mercadito:** Su nomenclatura se basaba en un solo dígito, contaba con cuatro niveles y 4 apartamentos por nivel.
- e. Zona del Parque:** Con nomenclatura en la primera decena, de cuatro niveles y cuatro apartamentos por nivel.
- f. Zona de la Súper Manzana:** Considerada la construcción más reciente debido a que fue la última en ser construida del proyecto y la más afectada durante el conflicto armado, su nomenclatura comprendía la primera centena, con cinco niveles, y cuatro apartamentos por nivel.⁹

⁹ Arq. Peñate De Monge, Ily (2008), Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). “La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos”, Pág. 19.

El proyecto inicial contemplaba siete edificios A, B, C, D, E, F, G con el mismo diseño espacial para todos y dos edificios comerciales “A” Y “B”.

A continuación, en la tabla 1.3 se muestra un resumen de los Centros Urbanos más emblemáticos construidos por el IVU, además en la tabla 1.4 se puede observar todos los Centros Urbanos construidos por el IVU, pero lamentablemente no se cuenta con información acerca del año en que fueron construidos ni el sistema estructural con el que fueron construidos debido a la desaparición del IVU, tal como se mencionó anteriormente, únicamente se tiene información acerca del número total de apartamentos con los que cuenta cada centro urbano.

Nombre	Año de construcción	No. de Niveles	Tipo de Estructuración	Apartamentos por cada nivel
Centro Urbano Montserrat	1951	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	2
Centro Urbano Libertad	1957	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	4
Centro Urbano “José Simeón Cañas”	1967	3	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	2
Ampliación del Centro Urbano “José Simeón Cañas”				
Zona Magisterial	Década de 1970	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	4

Zona de los Cuatrocientos	Década de 1970	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	4
Zona del hoyo	Década de 1970	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	4
Zona del Ex – Mercadito	Década de 1970	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de ladrillo de barro hecho a máquina.	4
Zona del parque	Década de 1970	4	Marcos de concreto con paredes de relleno de bloques de concreto.	4
Zona de la Súper Manzana	Década de 1970	4	Paredes de carga y relleno de bloques de concreto.	4

Tabla 1.3: Proyectos habitacionales en altura construidos por el Instituto de Vivienda Urbana (IVU).

N°	Nombre	Número de apartamentos
1	Centro Urbano Mejicanos	80
2	Centro Urbano San Carlos	160
3	Centro Urbano Santa Anita	84
4	Centro Urbano Candelaria	128
5	Centro Urbano Atlacatl	772
6	Centro Urbano Guatemala	160
7	Centro Urbano 5 de Noviembre	128
8	Centro Urbano Amatepec	664
9	Centro Urbano IVU	1040
10	Centro Urbano Lourdes	522
11	Centro Urbano Málaga	-

Tabla 1.4: Otros proyectos habitacionales en altura construidos por el Instituto de Vivienda Urbana (IVU)*.¹⁰

¹⁰ Arq. Peñate De Monge, Ily (2008), Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). “La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos”, Pág. 20.

*De los centros urbanos mencionados en la tabla 1.4 no se tiene información acerca de la manera en cómo se construyeron ni los materiales de construcción y sistemas estructurales usados en su diseño, por lo cual solo se mencionan.

1.2.4 Instituciones que desarrollan y financian proyectos habitacionales en altura en la actualidad.

El Gobierno ha implementado acciones para ayudar al acceso a la vivienda y el mejoramiento de las existentes a más familias salvadoreñas a través de sus diversas instituciones las cuales podemos mencionar:

- a. Fondo Social para la Vivienda – FSV (1973):** Nació como un programa de seguridad social en el que participan el Estado, los Patronos y los Trabajadores. Encargada de Financiar ágil y eficientemente soluciones habitacionales en condiciones crediticias favorables y sostenibles satisfaciendo la necesidad social de los trabajadores y otros grupos poblacionales, para contribuir a elevar el nivel de vida, y reducir el déficit habitacional, promueve la construcción de viviendas seguras y de calidad para mayor confianza de sus contribuyentes.

La creación de proyectos habitacionales en altura promovería la creación de más viviendas y evitar el incremento del uso del

suelo mediante viviendas en edificios multifamiliares donde puedan albergarse un buen número de habitantes.¹¹

b. Fondo Nacional para la Vivienda Popular – FONAVIPO

(1992): Es una institución financiera que facilita el acceso a una solución habitacional, a las familias de más bajos recursos mediante créditos y subsidios a través de instituciones autorizadas, tal como se muestra en la tabla 1.5, la cual busca mejorar los procesos constructivos para facilitar a las personas la obtención de su vivienda.

Salario familiar máximo (\$)	Contribución FONAVIPO (\$)
415.20	2,000
622.80	1,600
830.40	1,000

Tabla 1.5: Créditos FONAVIPO según salario familiar máximo (Año 2016)¹².

c. Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – VMVDU

(1954)¹³: El VMVDU, formula y dirige la Política Nacional de Vivienda y Desarrollo Urbano, elabora Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, desarrolla proyectos de

¹¹ Arq. Peñate De Monge, Ily (2008), Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). “La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos”, Pág. 47.

¹² FONAVIPO. Tabla de Salarios familiares máximos y financiamiento <http://www.fonavipo.gob.sv/index.php/servicios/servguia.html>

¹³ Ministerio de Obras Públicas (MOP), El Salvador (2009). “Historia - Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano”

Asentamientos Humanos en El Salvador, y las disposiciones generales relativas a las urbanizaciones, parcelaciones, asentamientos y construcciones en todo el territorio nacional, además Impulsa la modernización de los trámites de urbanismo y construcción, la investigación y reglamentación de sistemas constructivos para la producción de vivienda social, la sistematización de la información territorial, la descentralización de capacidades hacia las regiones para el ordenamiento y desarrollo territorial, así como grandes proyectos de ley y políticas como las de ordenamiento y desarrollo territorial, la de suelos, la de lotificaciones, entre otras.

Para la licitación y contratación de servicios de supervisión de obras públicas, las instituciones del gobierno se rigen por la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP), donde se establecen los lineamientos que se deben seguir para la construcción de diferentes edificaciones

d. Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS).

La iniciativa de crear el Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS) surge en 1986 a raíz del terremoto de octubre de ese mismo año, con la finalidad de favorecer la reconstrucción del área en forma unida

y gestionar proyectos comunes; en este orden las Alcaldesas y Alcaldes, amparados en la Constitución de la República que es el documento que rige a nuestro país y el Código Municipal mediante el cual están amparadas las alcaldías, se constituyen legalmente como Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador, COAMSS; según Estatuto en julio de 1987.

Luego que se constituyera el COAMSS, los Gobernantes Locales integrantes del Consejo, visualizaron que sus municipios se habían convertido en una metrópoli, cuyos problemas no podían ser tratados en forma aislada; buscando soluciones integrales y basados en la Constitución de la República y el Código Municipal crean La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador, OPAMSS, en octubre de 1988 y la definen como un ente técnico asesor que investiga, analiza y propone soluciones a la problemática que afecta el desarrollo urbano integral del Área Metropolitana de San Salvador.

El COAMSS es el Órgano Directivo de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS); la administración directa de la oficina la ejerce el COAMSS, a través de su Coordinador General (Alcalde electo de San Salvador) y la Dirección Ejecutiva. Todos los trámites

de permisos de construcción se realizan en esta oficina de planificación, la cual es la que se encarga de inspeccionar las condiciones de la construcción ya sea esta una vivienda de un solo nivel o de varios niveles para de esta forma dar su aprobación.

Debido a que dichas instituciones se concentran en el financiamiento y construcción de proyectos de obras públicas, la supervisión de las mismas en las diferentes áreas debe de llevarse a cabo de manera eficiente, ya que si no se cuenta con un control en todos los procesos que conllevan dichas obras desde la fase administrativa hasta la fase de construcción se pueden dar errores que más adelante perjudicaran tanto la infraestructura de la obra así como una posible pérdida de vidas humanas debido a un colapso de la estructura en el caso de viviendas en altura.

1.2.5 La Empresa Privada

Las empresas dedicadas al sector de la construcción se agremian en la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO) en 1964; año en que dicho gremio empresarial fue fundada. Sin embargo, CASALCO surge como una gremial para la empresa privada dedicada a este sector, donde los miembros pueden unir y compartir ideas y planes

entre sí. Vinculado a la industria y entre otros objetivos que procuran el desarrollo económico y social del país.¹⁴

Sin embargo, este gremio no limita a las empresas dedicadas a la construcción a usar una metodología de supervisión de obras, según la complejidad del proyecto en que se encuentran. Cada empresa tiene la libertad de usar una metodología de supervisión según el proyecto que ejecute, estas empresas han venido desarrollando complejos habitacionales, en la actualidad los complejos habitacionales de altura construidos por el sector de la empresa privada difieren razonablemente a los complejos habitacionales de carácter social construidos por el gobierno que se mencionan anteriormente; principalmente estas diferencias son en el aspecto arquitectónico de la edificación, así como en los costos de los apartamentos.

Entre los complejos habitacionales más reconocidos en el área metropolitana de San Salvador elaborados por empresas privadas se conocen los mencionados a continuación en la tabla 1.6, las nuevas construcciones de edificios de apartamentos, comercio, oficinas y negocios están cambiando el rostro de San Salvador.¹⁵

¹⁴ CASALCO. Objetivos empresariales.;
<http://www.casalco.org.sv/contenido.php?superior=3&contenido=18>

¹⁵ Diario1, El Salvador, (2014). FOTOGALERÍA| Nuevas construcciones cambian rostro de San Salvador.
<http://diario1.com/nacionales/2014/05/fotogaleria-nuevas-construcciones-cambian-rostro-de-san-salvador/>

En las imágenes 1.9 a la 1.13, se pueden observar los complejos habitacionales mencionados en la tabla 1.6, en donde se puede observar la gran diferencia en cuanto a la apariencia con los Centros Urbanos desarrollados por el sector de gobierno en las décadas de 1950 a 1970, tal como se menciona en el apartado 1.2.3 de este capítulo.

Nombre	Ubicación
Condominios Vistas de San Francisco	Situado sobre la Calle Antigua a Huizúcar y Calle 5, a pocos metros del Colegio San Francisco, en San Salvador.
Condominio Altamira 122	Situado sobre la Calle Talapo, en la Colonia Altamira, San Salvador.
Bosques de la Floresta	Situado en la Colonia San Mateo, en San Salvador.
Condominio Torre Jade	Sobre Calle República Federal de Alemania, Calle El Carmen, Colonia Escalón, San Salvador.
Torre El Pedregal	A un costado del Centro Comercial “Multiplaza”, La Libertad, El Salvador.

Tabla 1.6: Complejos Habitacionales elaborados por empresas privadas en El Salvador.



Imagen 1.9: Condominios Vistas de San Francisco (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168>)



Imagen 1.10: Condominio Altamira 122 (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168>)



Imagen 1.11: Bosques de la Floresta (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168>)

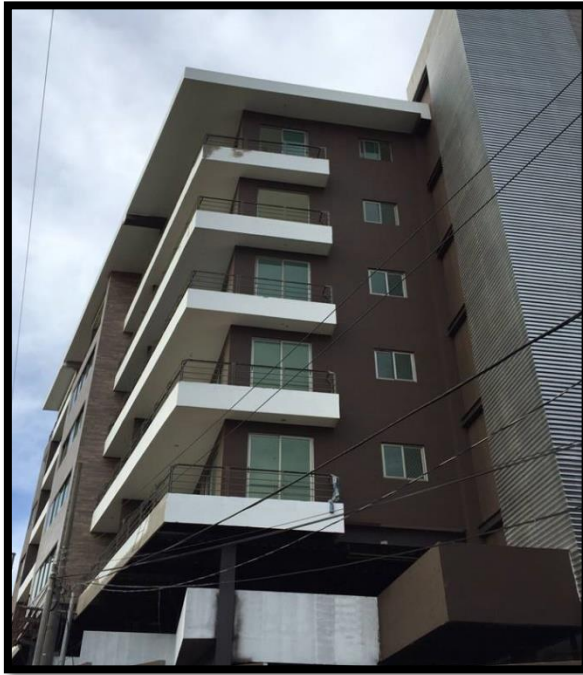


Imagen 1.12: Condominio Torre Jade (Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=115608168>)



Imagen 1.13: Torre El Pedregal (Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Torre_El_Pedregal)

El moderno diseño de las viviendas en altura tal como se muestran en las imágenes 1.9 a la 1.13, muestran que su moderno diseño, acabados de primer nivel elevan los estándares arquitectónicos y constructivos de El Salvador en cuanto a vivienda de altura diseñado para personas con ingresos económicos altos, ya que la obtención de estos apartamentos es de un alto costo monetario. El Complejo habitacional “Torre El Pedregal” forma parte de un complejo de usos múltiples que Grupo Roble inició en San Salvador en el año 2004. Consta de 25 niveles y 88 apartamentos, y se considera como la torre más alta de Centroamérica.

La propuesta metodológica va dirigida para todo tipo de construcciones de viviendas en altura, principalmente a las viviendas en altura de edificios de tres niveles de altura, tal como lo muestra la imagen 1.14.



Imagen 1.14: Vista Lateral de Edificio "2", La Gran Manzana, Santa Tecla.

1.2.6 Viviendas en Altura; tendencia hacia el Desarrollo Sostenible.

El despertar del concepto de Desarrollo Sostenible nace a partir de la década de 1970 cuando los impactos generados en el medio ambiente comenzaron a surgir de manera alarmante en todo el mundo. El crecimiento de la población mundial ha permitido el alza en los servicios y la demanda de viviendas ya no de forma horizontal, sino también de forma vertical donde puedan vivir todas aquellas familias que trabajan y desean tener un techo propio. En El Salvador la propuesta de vivienda en altura nace de acuerdo a ciertas características:

- a.** Falta de espacio horizontal para seguir construyendo, por lo que se sugiere la construcción de soluciones habitacionales populares en forma vertical, para evitar la expansión de viviendas en las faldas de los cerros o entre los cerros, o en lugares de alto riesgo, que pueda poner en peligro la vida de sus habitantes.¹⁶
Impedir la proliferación de viviendas provisionales en diferentes partes de los municipios en estudio, que posteriormente puedan resistirse a una reubicación de viviendas en otro sector.
- b.** Evitar el hacinamiento de muchas personas en una sola habitación.

¹⁶ Arq. Peñate De Monge, Ily (2008), Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). “La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos”, Pág. 19.

- c. Minimizar el déficit habitacional, tanto cualitativo como cuantitativo, en las zonas urbanas.
- d. Buscar una forma de establecer el parque habitacional mediante un reordenamiento territorial moderno y accesible.
- e. Comercializar la vivienda en altura o vertical para cubrir la demanda de los habitantes de cada zona.

Los complejos habitacionales en altura deben favorecer a toda la población salvadoreña; desde las familias de altos ingresos hasta los de bajos ingresos económicos y no solamente un cierto sector de la población. Por lo que la ventaja que presenta la vivienda en altura se centra en el aprovechamiento del territorio, porque permite aprovechar los espacios verticales y así mismo genera un crecimiento vertical de las ciudades utilizando un área de terreno menor, evitando de esta manera el uso obligatorio de suelos destinados a otros fines como zonas de cultivo, zonas de recarga hídrica, entre otros.

Existen antecedentes que demuestran que un proyecto de vivienda en altura puede dar resultados muy favorables, en cuanto a una mejor la calidad de vida de la población de escasos recursos económicos.

1.2.7 Clasificación de viviendas en altura

Al igual que cualquier otro tipo de edificación las viviendas en altura pueden clasificarse de distintas maneras, como puede ser por su uso,

tipo de estructuración, por su altura, etc.; Con respecto a su altura las viviendas pueden clasificarse de la siguiente manera:

De acuerdo al reglamento de la OPAMSS en sus artículos VI. 3 y VI. 4, con respecto a la altura de edificaciones hace una separación entre edificios multifamiliares menores de cuatro niveles y mayores de cuatro niveles. Ver tabla 1.7.¹⁷

Clasificación	No. de Niveles
Baja	1 a 4
Media	5 a 9
Alta	Mayores de 9

Tabla 1.7: Cuadro de Clasificación de edificaciones según su altura

La definición de Edificios de Gran Altura (EGA's) varía según distintos países de la siguiente manera:

- a. Alemania:** aquellas construcciones cuyo último piso ocupado se encuentre a más de 22 metros de altura.
- b. Dinamarca, Austria y Suiza:** edificios que tienen más de 8 plantas o cuyo último piso se encuentra a una distancia del nivel del suelo superior a 22 metros.
- c. Francia:** Un edificio es de gran altura cuando la distancia entre el nivel del terreno (donde operan los bomberos) y el forjado de la última planta del edificio supera los 50 metros.

¹⁷ Oficina de Planeamiento del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), (2009). Reglamento a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) y de los Municipios Aledaños, Artículos VI. 3 y VI. 4

d. Portugal: edificios cuya última planta se encuentra a más de 28 metros del nivel del terreno.

e. Bélgica: edificios cuyo punto superior dista más de 25 metros del nivel del suelo.

Así pues, el que un edificio se considere o no de gran altura estará condicionado, en gran parte, por el equipo con que cuente el servicio público de extinción más próximo y por las condiciones que reúna el entorno del edificio para posibilitar la utilización de los medios.¹⁸

1.3 Supervisión de Viviendas en Altura

En El Salvador, la construcción de viviendas en altura comenzó por parte del gobierno en la década de 1950, con proyectos de interés social para personas de bajos ingresos económicos, pero debido a diferentes factores sociales, políticos y económicos este tipo de proyectos se estancaron.

Es importante aclarar un área fundamental de la supervisión en viviendas en altura y esta es la “*Supervisión Estructural*”; La supervisión estructural de cualquier obra de construcción se enfoca principalmente en verificar que todos los procesos constructivos en la fabricación de elementos estructurales como vigas, columnas, losas, fundaciones, etc. Se lleven a cabo de manera correcta, siguiendo los procesos establecidos en Normas Técnicas, Manuales de Diseño, Documentos Contractuales, etc.

¹⁸ Instituto Eduardo Torroja, España (1987). Edificios de Gran Altura. Pág. 103.

Además de lo anteriormente mencionado, se debe establecer que el encargado de supervisar estos proyectos debe ser una persona que cuente con el conocimiento técnico necesario y experiencia profesional como para poder tomar las decisiones necesarias durante los procesos constructivos de la obra, además de los procesos administrativos de una obra de construcción; contar con un perfil profesional que lo acredite como la persona idónea para poder vigilar el cumplimiento de cada proceso durante la ejecución de la obra.

El supervisor también deberá tener ciertas responsabilidades al momento de la ejecución de la obra, que pueden ser: Responsabilidades Legales, Técnicas y Laborales.

Actualmente la supervisión de obras civiles es más exigente cada día en el sentido que se necesita cada vez más de profesionales capacitados en diferentes áreas, ya que los sistemas constructivos y técnicas empleadas en la construcción están en constante cambio a través del tiempo.

1.4 Planteamiento del problema

El Salvador siendo uno de los países de Centro América con menor extensión territorial, cuenta con un acelerado crecimiento poblacional, lo cual dificulta la obtención de una vivienda digna por familia.

Sin embargo, en la actualidad, por la falta de lugares aptos para la construcción y la necesidad de los habitantes de vivir cerca de los centros de trabajo, dichas construcciones se han realizado en áreas consideradas no adecuadas para

construir según el Reglamento de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS).

Una de las razones por las cuales la mayoría de personas decide mudarse a la zona urbana en busca de una vivienda en altura o apartamento es el costo de dicha vivienda, ya que de acuerdo a un sondeo realizado en medios impresos como periódicos indican que el costo de una vivienda en altura o un apartamento es menor que el de una vivienda típica de un solo nivel, en el siguiente cuadro se muestra la variación entre los costos mínimos y máximos de este tipo de viviendas.¹⁹

También se opta por alquilar apartamentos de los complejos habitacionales existentes pero muchas veces estos ya no cumplen con las condiciones estructurales para ser utilizados, sin embargo, por los bajos costos las personas siguen habitándolos.

A continuación, se muestra en la tabla 1.8 los costos máximos y mínimos para obtener una vivienda que cumpla con lo necesario para una vida digna.

Valor	Costo	Tipo de vivienda
Máximo	\$250,000	Con todos los servicios
Mínimo	\$20,000	Servicios básicos

Tabla 1.8: Costos máximos y mínimos de viviendas

¹⁹ La Prensa Gráfica y El Diario de Hoy, El Salvador (2015). Clasificados de Renta y Venta de inmuebles

En la tabla 1.8, cuando se refiere a servicios básicos se entiende como el acceso a los servicios de agua potable y alumbrado eléctrico, mientras que todos servicios se entienden como el acceso a servicios de agua potable, drenajes de aguas lluvias, aguas negras y alumbrado eléctrico.

Analizando esta problemática, es que se empezó a construir viviendas en altura, evitando de esta forma la mayor utilización de espacio horizontal llevado a cabo por instituciones de gobierno y también por empresas constructoras de origen privado. Al ver que este tipo de viviendas en altura aumentaba su popularidad, se vio la necesidad de tener un mayor control al momento de construir este tipo de proyectos, haciéndose cada vez más necesario un mecanismo riguroso de supervisión de los mismos.

la supervisión estructural se hace en los diferentes elementos que componen dichos proyectos de viviendas, ya que esta debe de realizarse de acuerdo a lo establecido en las diferentes normas y códigos de construcción aplicados a El Salvador que se encuentren vigentes al momento de construir este tipo de proyectos, pero muchas veces el ingeniero supervisor, no cuenta con una metodología apropiada para la supervisión estructural para este tipo de proyectos novedosos, lo que conlleva en la mayoría de los casos a errores o malas prácticas al momento de ejecutarse el proyecto, ya que si estas edificaciones no cuentan con los adecuados procesos de supervisión se podrían ver afectadas por un evento repentino como la actividad sísmica,

ocasionando así daños en la estructura, que de haber contado con un proceso adecuado de supervisión estructural durante todos los procesos de construcción, desde la cimentación hasta su recepción final, pudieran haberse evitado.

Debido a la importancia que representa este tipo de construcciones, la problemática que centra la investigación es que no existe una metodología apropiada para la supervisión estructural de viviendas en altura de tres niveles, es por ello que se busca proponer una metodología la cual pueda ser de utilidad al profesional dedicado a supervisar proyectos de viviendas en altura.

1.5 Justificación

En El Salvador debido a su ubicación Geográfica la cual se encuentra en zona de convergencia de las placas tectónicas razón por la cual se dan con frecuencia movimientos telúricos (sismos), se ha visto la necesidad de tener una estricta supervisión en la construcción de viviendas en altura.

Con la presente investigación se busca dar una propuesta metodológica para la supervisión estructural de viviendas en altura de tres niveles, orientada hacia todo aquel profesional o estudiante de Ingeniería Civil y Arquitectura que busque una guía de procesos de supervisión, beneficiando así la falta de conocimientos básicos que son necesarios en el área de supervisión estructural en este tipo de edificaciones.

La razón por la cual, únicamente se realizará la investigación en el área estructural es debido a que no existe una metodología apropiada basada en lineamientos que se deben de seguir en la supervisión de los procesos constructivos de todos los elementos estructurales que conforman una edificación de esta naturaleza, además debido a que el tiempo contemplado para realizar esta investigación no es el suficiente como para abarcar todos los aspectos de una supervisión de manera general, desde el área administrativa hasta el área técnica de la supervisión.

La investigación se centrará en la manera de supervisar el proceso constructivo a nivel estructural, sin entrar en detalles específicos de comprobación de cálculos estructurales, será en su mayor parte una revisión de documentos contractuales, métodos para pruebas de materiales de construcción, procesos constructivos, especificaciones técnicas, revisión de planos arquitectónicos, revisión de planos estructurales, con el fin de verificar que estos estén en orden, de acuerdo a lo establecido en los documentos contractuales del proyecto y que se mencione cada uno de los métodos a utilizar al momento de efectuar la construcción lo cual se logra por medio de los planos de taller.

La parte eléctrica e hidráulica no se tomará como análisis en esta investigación, ya que conlleva tener un amplio conocimiento en esta área, lo cual no está al alcance de ésta investigación.

Se llevará a cabo la revisión de los planos del proyecto que se usará como ejemplo en la investigación, con el fin de verificar que dichos planos estén bien estructurados, para que de esta forma se pueda facilitar tanto el trabajo del Ingeniero residente, así como también del Ingeniero Supervisor; ya que muchas veces detalles tan pequeños que se escapan en los planos ocasionan serios problemas al momento de realizar los trazos y ejecución de los elementos estructurales.

La propuesta metodológica para la supervisión estructural de viviendas en altura de tres niveles, contendrá las diferentes fases que son necesarias para la supervisión estructural de este tipo de proyectos, para que sea una herramienta más que brinde los métodos necesarios para que tanto los Ingenieros y Arquitectos como los estudiantes de Ingeniería Civil y Arquitectura puedan aplicar las técnicas de supervisión en la construcción de este tipo de proyectos, y a la vez se busca concientizar y brindar un apoyo a la cátedra de ingeniería civil de la Universidad de El Salvador (UES) para que se pueda implementar en una materia la cual sería de mucha ayuda al estudiante.

1.6 Objetivos

1.6.1 General.

Proponer una metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura de tres niveles, usando las diferentes Normativas de Diseño y Construcción aplicadas en El Salvador.

1.6.2 Específicos.

- Estudiar las normativas de diseño y construcción vigentes en el país, para proponer una metodología de como evaluar el diseño estructural de una un edificio de viviendas de tres niveles.
- Analizar los procesos constructivos de las normas vigentes en el país que se aplican para la construcción de viviendas en altura, para la aplicación correcta de los procedimientos de construcción de las mismas.
- Conocer acerca de las diferentes instituciones que aprueban y supervisan las obras de construcción en el país, y los requisitos mínimos necesarios para la ejecución de un proyecto habitacional.
- Investigar sobre la documentación que comprende un proyecto de obras habitacionales en altura tales como: los planos del edificio, las especificaciones técnicas, entre otros.
- Aplicar los procesos propuestos de supervisión estructural en un ejemplo de proyecto habitacional de tres niveles.

1.7 Alcances

El alcance de ésta investigación está orientado a los siguientes aspectos.

- Exponer los procedimientos actuales que se aplican en la supervisión de viviendas en altura en el Área Metropolitana de San Salvador.
- Se obtendrá un juego completo de planos de un proyecto de viviendas en altura de tres niveles que se construya en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) para llevar a cabo el proceso de supervisión, según la metodología propuesta.
- La investigación abarcará el estudio de los procedimientos constructivos de toda la construcción, como también evaluar los fundamentos estructurales en la obra, incluyendo desde el trazo de las cimentaciones hasta la última fase de construcción del proyecto.
- Se aplicará la metodología de supervisión a un edificio de viviendas en altura de tres niveles, se omitirá el estudio de diseño de las instalaciones hidráulicas y eléctricas propias del edificio, como también la realización de estudios de suelos y materiales in situ.

1.8 Limitaciones

- La investigación se centrará en la supervisión estructural de viviendas en altura de tres niveles en edificios, desde las partidas de fundaciones hasta la estructura de techos, debido a que existen diferentes áreas a supervisar en una obra de construcción.
- Se hará uso del juego de planos completo de una edificación de viviendas en altura, que se usará como ejemplo de análisis usando la metodología propuesta.
- No se realizará el diseño estructural de la edificación a analizar.
- Se revisará el cumplimiento de las normas de diseño estructural existentes en El Salvador en cuanto a los componentes estructurales basado en el criterio estructural.

Capítulo 2: Generalidades

2.1 Introducción

Al momento de planificar y posteriormente construir una obra civil sin importar el tamaño o la importancia que esta posea, un factor importante a considerar es la supervisión que la obra necesita durante todo el proceso que esta requiere, desde su planificación hasta la entrega final del proyecto, para así evitar fallos en todas las áreas que posea dicho proyecto, desde la supervisión en el área administrativa hasta la supervisión técnica en campo. El profesional de la Ingeniería o Arquitectura que desempeña la labor de supervisor de obras se enfrenta no solo a problemas de carácter técnico y administrativo, sino también a conflictos generados por la interacción humana.

La supervisión de obras civiles es esencial para alcanzar el éxito en la construcción y es de mucha importancia en cualquier obra la supervisión estructural, ya que un gran número de problemas estructurales y de servicio en las construcciones no solamente son atribuibles a deficiencias en el diseño o los materiales, sino principalmente, al mal desempeño durante la supervisión.²⁰ Muchas veces se ejerce una mala supervisión a raíz de que muchos profesionales de Ingeniería o Arquitectura no tienen una ética profesional y es por ello que se da un mal proceso de supervisión.

²⁰ Solís Carcaño, Rómel G., (2004), La Supervisión de obra, Pág. 55.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Supervisión

De acuerdo a lo expresado en “Supervisión de obra” de Rómel G. Solís Carcaño (2004), supervisar es ejercer la inspección en trabajos realizados por otros. Aunque el Manual de la Supervisión del concreto define la actividad de supervisar como *“asegurar que se logren fielmente los requisitos y propósitos de los planos y las especificaciones”*.²¹

Etimológicamente la palabra Supervisión, es una palabra compuesta; que viene del latín “visus” que significa: examinar un instrumento poniéndole el visto bueno; y “super” que significa: preeminencia o, en otras palabras: privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial. Supervisión es entonces, dar el visto bueno después de examinar. En el desarrollo de un proyecto, la supervisión, además de la acción de constatar y certificar, también implica la observación regular y el registro de actividades que se llevan a cabo diariamente y que están contenidas dentro de un programa de actividades. Esta información debe ser comunicada a través de informes, que posibilitarán la toma de decisiones para mejorar el rendimiento del proyecto de construcción.

La supervisión no sólo implica operaciones de control y registro, sino que también debe dar asistencia técnica y participar en la solución de los problemas que se presenten durante el desarrollo del proyecto, así como

²¹ Solís Carcaño, Rómel G., (2004), La Supervisión de obra, Pág. 55

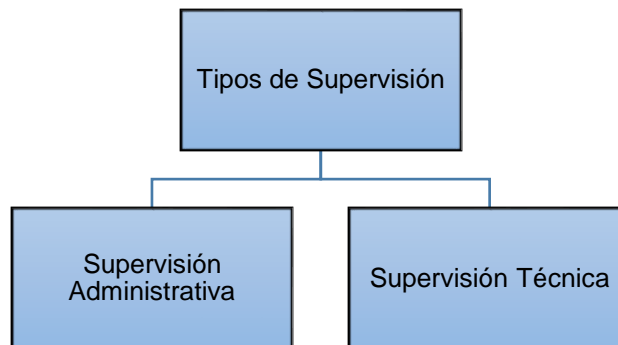
informar al dueño del proyecto de construcción. También es responsable de que el tiempo de ejecución y la calidad correspondan con lo planeado; y es corresponsable de ejercer el control de los costos. Además, la supervisión, tiene una responsabilidad legal y moral sobre la seguridad y la higiene del personal técnico y obrero asignado a la obra, y sobre el impacto que los procesos constructivos tengan sobre el medio ambiente, porque de esa manera se puede garantizar que se lleve a cabo el cumplimiento de los lineamientos establecidos en los documentos contractuales del proyecto de construcción.

Debido a la misma complejidad que conlleva una obra civil, la supervisión lleva un proceso que debe ejecutarse de manera correcta, desde antes que la construcción de la obra comience para luego continuar la supervisión durante la ejecución de la obra y luego seguir con los procesos de supervisión después de finalizada la obra, es decir que lleva un proceso sistemático que debe de llevarse a cabo con feliz término. Más adelante se detallarán los procesos de supervisión que se deben de seguir antes, durante y después de la construcción de una obra civil.

En la supervisión es importante tener en cuenta que existen diferentes tipos de supervisión, ya que la misma complejidad que posee una obra civil, obliga a que se ejecute en sus distintas fases, desde el área administrativa hasta el área técnica que corresponde a la supervisión en campo.

2.2.2 Tipos de Supervisión

La supervisión de obras civiles esencialmente se divide en dos grandes áreas, tal como se puede apreciar en el esquema 2.1, las cuales se describen a continuación:



Esquema 2.1: Tipos de Supervisión.

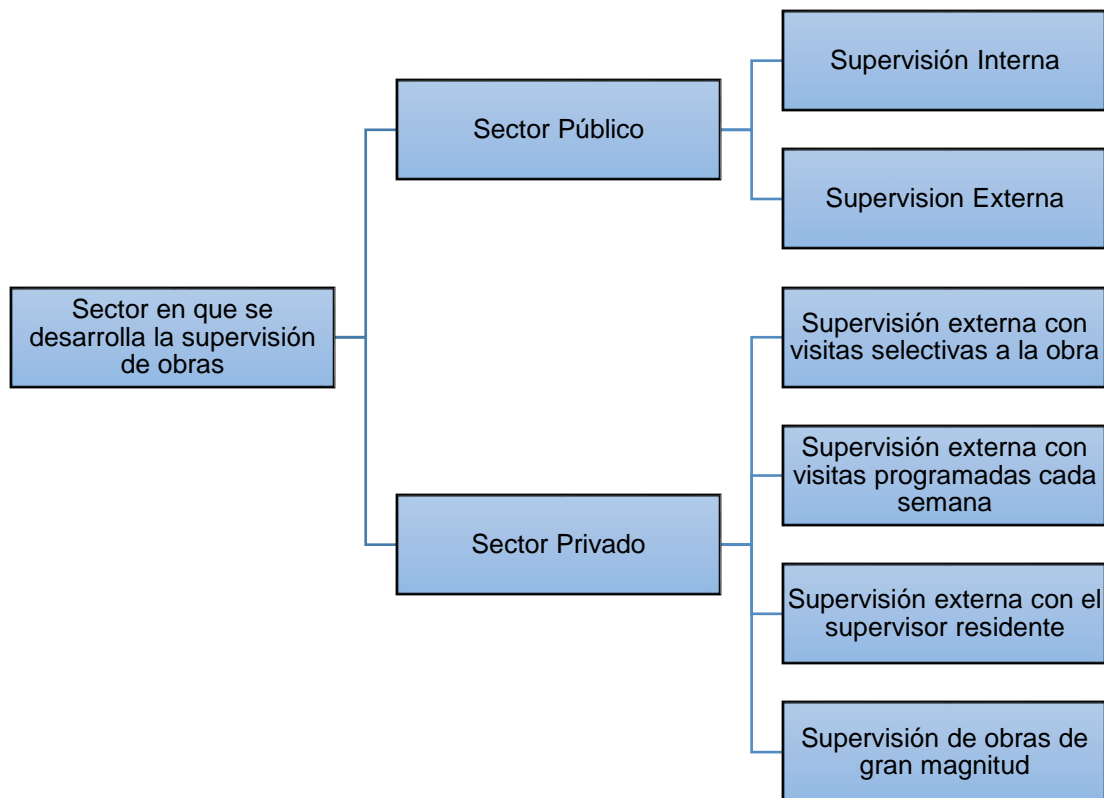
- a. Supervisión Administrativa:** Es la que hace referencia a los marcos legales en que se desarrolla el contrato de la obra, ya sea público o privado. En el caso de una obra privada será el contrato el cual contendrá todas las cláusulas: objeto y alcance del servicio, monto, plazo, forma de pago, funciones, resolución de contrato, liquidación y solución de controversias.
- b. Supervisión Técnica:** Es el tipo de control en el cual se requiere un amplio conocimiento del tipo de obra en la cual el profesional de la Ingeniería o Arquitectura se desempeñará como supervisor a cargo, de los procesos constructivos como trazos, excavaciones, fundaciones, obras hidráulicas, estructuras como vigas, columnas,

losas, etc., controles de calidad adecuados, duración promedio de las actividades, calidad de los materiales, equipos requeridos, etc. En resumen los aspectos técnicos de la obra.²²

Tanto en el área administrativa como en el área técnica el responsable de ejercer dicha tarea de supervisión, será un profesional en el área de la ingeniería civil o arquitectura que cuente con la suficiente competencia profesional así como la experiencia necesaria para llevarla a cabo, además de contar con un perfil profesional, tener un nivel de conocimientos suficientes y la competencia técnica necesaria para desempeñar dicha labor de manera adecuada, más adelante se detallan de mejor manera estos aspectos fundamentales.

Aunque los proyectos de construcción, independientemente del sector que lo promueva ya sea público o privado (ver esquema 2.2), son iguales en el sentido de que los sistemas de supervisión se aplican por igual tanto a las obras del sector Público como a las del sector Privado, existen algunas diferencias en la forma de los contratos. Estas diferencias se detallan a continuación.

²² Ediciones MIANO Ingenieros & Arquitectos, Perú, (2011). Supervisión de obras públicas y privadas, Pág. 6.



Esquema 2.2: Sectores en donde se realiza la supervisión de obras.

a. Sector Público:

En años anteriores, muchas instituciones gubernamentales contaban con Departamentos de Ejecución de Obras y Departamentos de Supervisión de Obras. Es decir que dichas instituciones contaban con su propia Supervisión Interna. Por condiciones de préstamos o de donaciones internacionales, los proyectos que se realizaban con este tipo de financiamiento, debían de contratar una Supervisión Externa.

Generalmente la modalidad usada era por visitas semanales, dejando a criterio del supervisor, el número de visitas y los días a efectuarlas.

Los Departamentos de Supervisión Interna, se convertían en auditores de la Supervisión Externa.²³

b. Sector Privado:

En el sector Privado, dependiendo del proyecto, las formas más conocidas han sido:²⁴

1. Supervisión externa con visitas selectivas a la obra; el supervisor visita la obra, únicamente para revisar eventos considerados importantes.
2. Supervisión externa con visitas programadas cada semana; generalmente el supervisor visita la obra, dos o tres veces a la semana, de acuerdo al desarrollo del proceso constructivo.
3. Supervisión externa con supervisor residente; la supervisión delega un supervisor residente a tiempo completo en la obra y un supervisor externo que controla todo el proceso.
4. Supervisión de obras de gran magnitud; en proyectos más grandes debido a su volumen, costo y extensión; la supervisión debe contar en el sitio de la obra con sus propias oficinas y un personal completo de supervisión (Residentes, Inspectores, Personal de Apoyo,

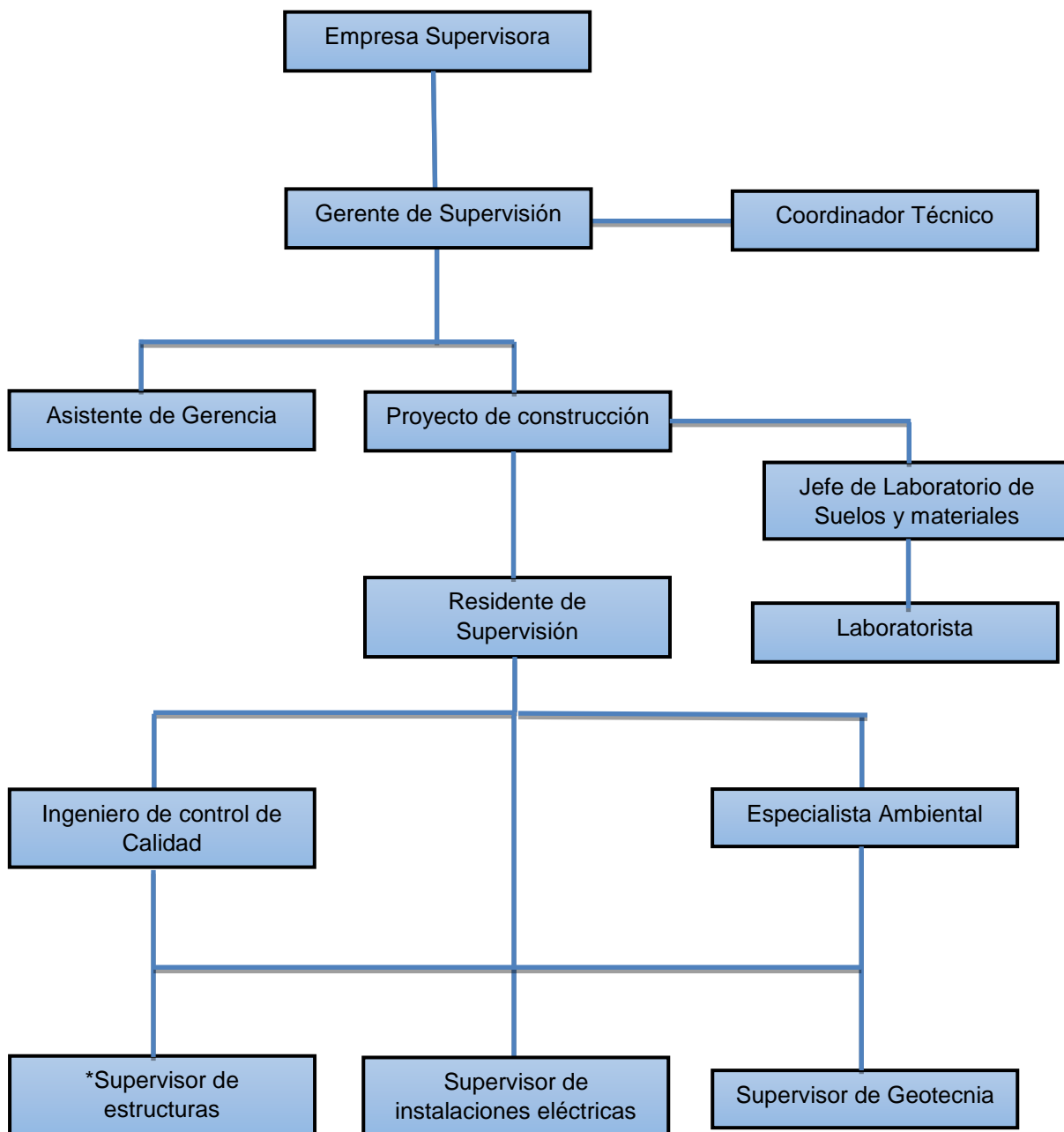
²³ Supervisión - <https://www.academia.edu/8396478/supervision> _ Cap. 1, página 25.

²⁴ Supervisión - <https://www.academia.edu/8396478/supervision> _ Cap. 1, página 25.

Laboratoristas). Esta supervisión debe contar con asesoría y apoyo de equipo tecnológico completo, es decir equipos informáticos como computadoras.

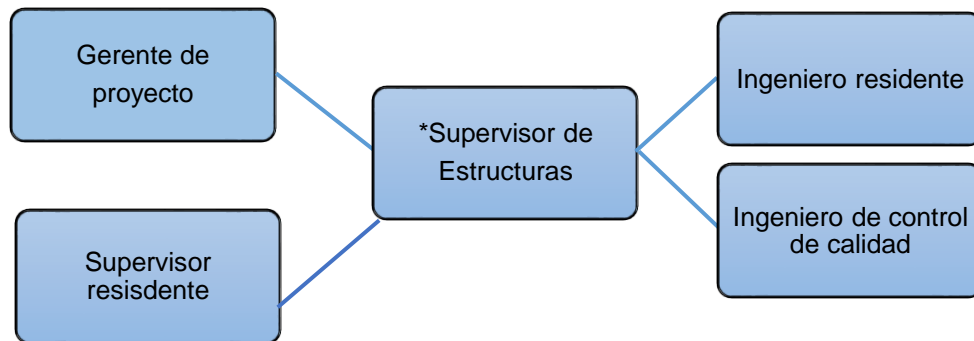
Debido a que la supervisión se trata de una tarea en cierta medida compleja, es necesario conocer la manera en la que se estructura la cadena de mando en una empresa supervisora, ya que es necesario conocer a quienes debe de responder el Ingeniero Civil o Arquitecto según sea el caso, así como quienes deben de responder al encargado de la supervisión, en el siguiente esquema se presenta de manera general la estructura organizativa de una empresa supervisora (ver esquema 2.3).

Debido a todo lo mencionado anteriormente en cuanto a la supervisión de manera general y luego de conocer los diferentes tipos de supervisión que se necesitan en los proyectos de construcción, un área muy importante en cuanto a la supervisión de una obra civil es la *Supervisión Estructural* que en esencia es la supervisión de la fabricación y montaje de estructuras entre otras cosas como se puede apreciar el capítulo 3 en mayor detalle; sobre todo para el caso de estudio que en este caso se trata de las viviendas en altura, lo cual se detalla a continuación.



Esquema 2.3: Organigrama de una empresa supervisora.

Mientras que la jerarquía de la supervisión en campo es la siguiente:



Esquema 2.4: Organigrama de una supervisión en campo.

2.2.3 Supervisión de viviendas en altura

En El Salvador, la construcción de viviendas en altura comenzó por parte del gobierno en la década de 1950, con proyectos de interés social para personas de bajos ingresos económicos, pero debido a diferentes factores sociales, políticos y económicos este tipo de proyectos se estancaron.

Pero con el tiempo, empresas privadas han retomado este tipo de proyectos con un sentido de protección al medio ambiente, reduciendo el espacio necesario para la construcción de viviendas, pero como todo proyecto de construcción requiere de una supervisión adecuada en todas las áreas que la componen y un área de vital importancia es la *Supervisión estructural*.

2.2.3.1 Supervisión estructural

La supervisión estructural de cualquier obra de construcción se enfoca principalmente en verificar que todos los procesos

constructivos en la fabricación de elementos estructurales como vigas, columnas, losas, fundaciones, etc. Se lleven a cabo de manera correcta, siguiendo los procesos establecidos en Normas Técnicas, Manuales de Diseño, Documentos Contractuales, etc. Basándose en los lineamientos establecidos en el ACI 318 del 2014 que es el más reciente que se tiene, (aclarando que el proyecto que se analizara está diseñado basado en el ACI del 1995).

Pero sin dejar de lado el análisis de planos estructurales de la obra, así como los cálculos estructurales del proyecto, ya que, si existe algún error de diseño o de cálculo, el ingeniero supervisor puede informar de dicho problema y realizar las correcciones necesarias en el momento oportuno y así evitar que se den problemas en la construcción.

Debido a la enorme cantidad de obras civiles realizadas en diferentes países del mundo, se puede decir que algunas son de mayor importancia que otras, pero una de estas obras civiles que actualmente están ganando popularidad y que requieren de mayores controles al momento de ser construidas son las obras de vivienda en altura según el documento la supervisión de obras civiles.

Aunque El Salvador cuente con una Ley de Propiedad Inmobiliaria para Pisos y Apartamentos (ver apartado 2.7) en cuanto a las normativas aplicadas en El Salvador para establecer ciertos aspectos fundamentales de las viviendas en altura, El Salvador no cuenta de manera específica con reglamentos para el diseño y construcción de viviendas en altura, con el fin de garantizar que la edificación cuente con los parámetros necesarios para un buen desempeño estructural, pero esta supervisión requiere de procedimientos específicos los cuales se explicarán con más detalle en el capítulo 3.

Pero a pesar de todo lo mencionado anteriormente, actualmente la supervisión de obras civiles es más exigente cada día en el sentido que se necesita cada vez más de profesionales capacitados en diferentes áreas, ya que los sistemas constructivos y técnicas empleadas en la construcción están en constante cambio a través del tiempo.

2.2.4 Sistemas actuales de supervisión.

Actualmente los sistemas de Supervisión se han modificado, en el sentido, de que se necesitan supervisores con mayor preparación, capacidad y experiencia; los proyectos demandan que la supervisión se involucre más en la construcción, lo que aumenta significativamente su responsabilidad. Además, se han añadido otros aspectos en los proyectos como son: calidad, seguridad, preservación ambiental y la total observación y cumplimiento de Normas, Códigos y Leyes. Debe

agregarse que los sistemas de control y certificación de calidad de suelos, materiales, procesos y métodos constructivos, han ido mejorando y volviéndose más rigurosos y exigentes. Esto ha significado mayor responsabilidad para el ente supervisor.²⁵

La modalidad más significativa es el uso en nuestro medio de nuevos sistemas de contratación para la construcción, como el denominado **“Contrato Llave en Mano”**; En este tipo de contrato el ingeniero supervisor, así como el constructor son la misma entidad, esto ha modificado la forma de llevar a cabo la supervisión. Este tipo de contrato exige al constructor, que cuente con la Supervisión Interna, así como laboratorios de control de suelos y materiales. El contrato, además, no permite órdenes de cambio, ajuste de precios o cantidades de obra y el plazo de ejecución no será sujeto de modificaciones. Los supervisores de este tipo de contrato se convierten en Auditores del Proceso Constructivo. Además, el supervisor deberá participar en la etapa de puesta en marcha del proyecto, que se incluye en esta modalidad de Contrato de Construcción.

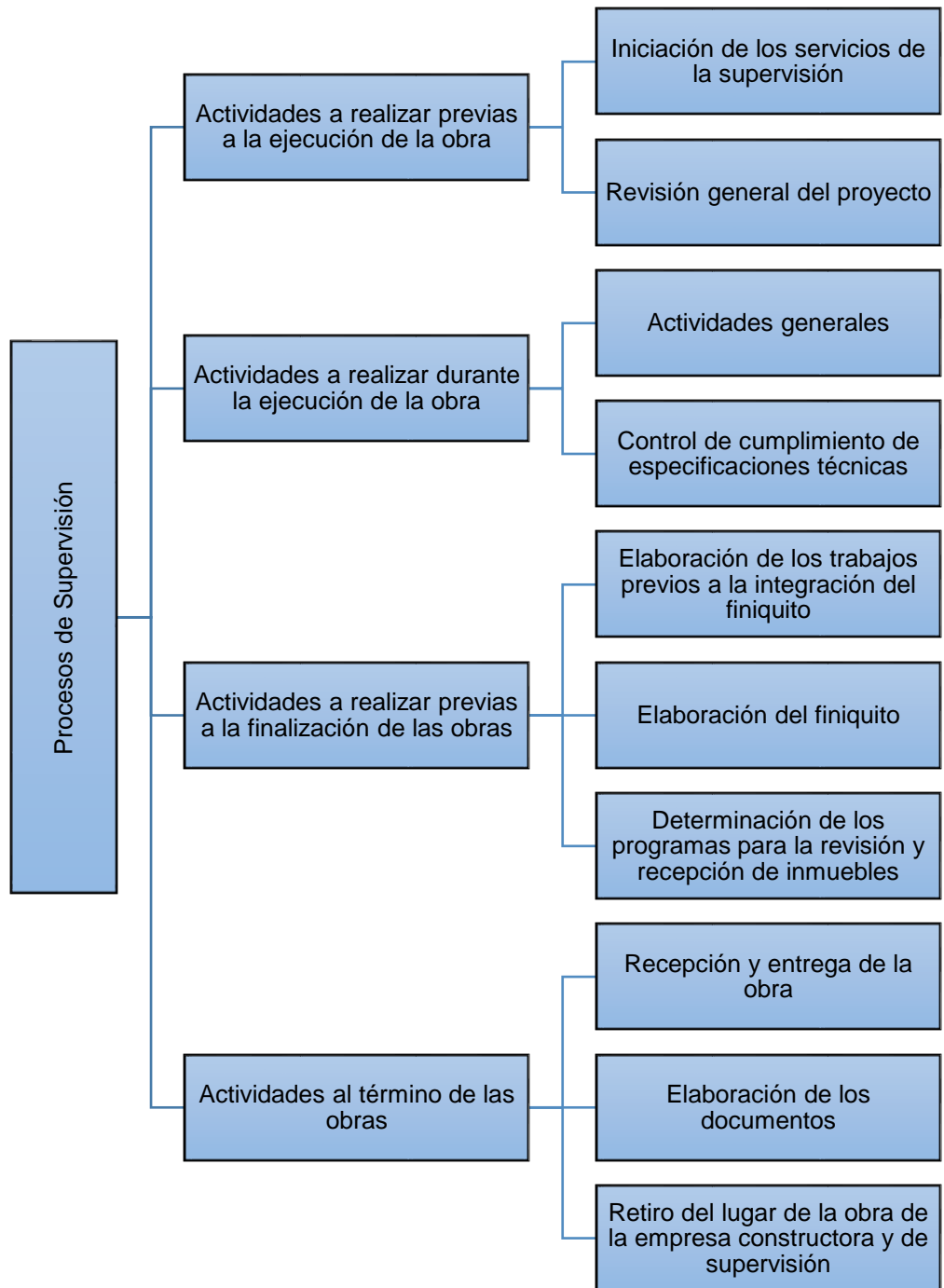
En el sector Público la modalidad actual de supervisión está regulada y reglamentada por la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP).

²⁵ Supervisión - <https://www.academia.edu/8396478/supervision> _ Cap. 1, página 25.

Para desempeñar exitosamente la supervisión de una obra, es necesario que un profesional en el área de la ingeniería civil o arquitectura, este llevando un estricto control de las actividades que se están realizando en la obra y de esta forma orientar al contratista o dar soluciones a problemas que se presenten en determinado momento, esta persona es denominada supervisor. La supervisión lleva un proceso que debe de ejecutarse de manera correcta desde antes que la construcción de la obra comience, para luego continuar la supervisión durante la ejecución de la obra, es decir que lleva un proceso sistemático que debe de llevarse a cabo.

2.2.5 Procesos de supervisión

La supervisión consiste en la observación sistemática de los procesos constructivos de obras de diversos tipos como pueden ser obras de terracería, obras grises, hidráulicas, etc.; de mayor costo y más complejidad; lo cual consiste en actividades a desarrollarse antes durante y después de la ejecución de la obra, tal y como se puede observar en el siguiente esquema. (Ver esquema 2.5).



Esquema 2.5: Procesos de supervisión a realizar antes, durante y al finalizar la obra.

A continuación, se explicarán cada uno de los procesos que se deben realizar durante toda la supervisión de una obra.

2.2.5.1 Actividades a realizar previas a la ejecución de la obra

a. Iniciación de los servicios de supervisión:

Los servicios generales de la supervisión, consistirán en la vigilancia permanente del cumplimiento del contrato en todas y cada una de sus cláusulas, así mismo de las especificaciones técnicas de la obra civil y el programa de ejecución de la obra.

La responsabilidad de la supervisión, se iniciará a partir de la fecha en que le ordenen por escrito hacerse cargo de la obra por ejecutarse

b. Revisión general del proyecto:

La supervisión revisará de común acuerdo con el contratista, la descripción, cantidades de obra y precios unitarios que se define en las hojas del presupuesto, a partir del proyecto y según los datos que se consiguen en los planos aprobados y conforme a las especificaciones generales y técnicas de construcción.

2.2.5.2 Actividades a realizar durante la ejecución de la obra.

Las actividades durante la ejecución de la obra están desglosadas en dos:

- a.** Actividades generales.
- b.** Control del cumplimiento de Especificaciones Técnicas.

A continuación, se describe cada una de estas actividades.

Actividades Generales:

La supervisión, realizará las funciones durante la ejecución de la obra, hará lo siguiente:

- a.** Integrará y mantendrá actualizado el archivo derivado de la realización de la obra, el cual contendrá principalmente:
 - i.** Copia de planos, especificaciones generales y técnicas de construcción de la empresa constructora, documentos contractuales, particulares del proyecto he informes periódicos de avance de la obra que se generen durante la ejecución de los trabajos.
 - ii.** Expediente que contenga: Contrato, ampliaciones, presupuestos, programa de actividades, ordenes de trabajo, cantidades de obra, estimaciones, documentos sobre suministros, y álbum fotográfico de la obra por parte de la supervisión.

- iii.* Reporte de laboratorios de suelos y materiales con sus respectivos resultados de las pruebas de resistencia de materiales y suelos, así como de las pruebas de funcionamiento de equipos e instalaciones.
 - iv.* Una bitácora que contendrá la descripción de todas las actividades que se realizan cada día durante la ejecución de la obra, la cual contendrá las órdenes de cambio que se soliciten en caso de existir dichas ordenes de cambio.
- b.* Dará al contratista la información relativa al proyecto de la obra, incluyendo trazos, referencia de campo, así como la asistencia técnica que requiera.²⁶

Control de cumplimiento de especificaciones:

Una especificación es el conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que modifican, adicionan o sustituyen a las normas correspondientes y deben aplicarse ya sea para el estudio, el proyecto y/o para la ejecución y equipamiento de una obra determinada, puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos.

²⁶ Arq. Rodríguez Montaña, Felipe, México, (2004). "Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos", Pág 21.

La supervisión deberá recabar todas las especificaciones técnicas del proyecto y verificar que los datos contemplados en éstas, coincidan totalmente con los planos del proyecto, plano de ubicación y memorias de cálculo del proyecto definitivo y aprobado por la autoridad correspondiente, para evitar reclamaciones posteriores o problemas en la ejecución de los trabajos.

En el caso de que la parte de la información de las especificaciones no se ajustará a los datos del proyecto, será necesario verificar ambos documentos para unificar los criterios. La supervisión tendrá que cuidar que todas las especificaciones del proyecto se cumplan en la construcción de la obra, sancionando al contratista en caso contrario.²⁷

2.2.5.3 Actividades a realizar previas a la terminación de la obra.

Cuando en la obra que se esté llevando a cabo, se avance las dos terceras partes del calendario estimado para su conclusión, la supervisión deberá empezar a reunir y clasificar los documentos que están siendo utilizados en la obra, así como generar otros documentos que le permitan al cliente o propietario, tener al final del contrato un archivo completo, en donde se especifican

²⁷ Arq. Rodríguez Montaña, Felipe, México, (2004). "Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos", Pág 21 - 22.

claramente todas las partidas manejadas. Las actividades previas a la terminación de una obra que debe realizar la supervisión son:

- a.** Elaboración de trabajos previos a la integración del finiquito de la obra.
- b.** Elaboración del finiquito.
- c.** Determinación de programas para revisión y recepción de inmuebles.

A continuación, se detallan cada una de ellas:

a. Elaboración de trabajos previos a la integración del finiquito de la obra.

La elaboración del finiquito de la obra se comenzará a realizar cuando el avance de la obra se encuentre al 70% del avance real, para esto la supervisión deberá de hacer lo siguiente:

- i.** Elaborar con las empresas constructoras el finiquito de la obra faltante.
- ii.** La supervisión recabará los siguientes anexos técnicos para el finiquito: Presupuesto original, estimaciones, planos arquitectónicos y estructurales, fotografías de la obra, copia de bitácora completa, acta de terminación, acta

de entrega de la obra, acta de recepción de la obra.

- iii.* Descripción clara y concisa de los inmuebles que conforman la propiedad en donde se realice la obra, indicando linderos, dimensiones, colindancias, usos, destinos y valores.

b. Elaboración del finiquito

El finiquito es básicamente la fijación del precio de venta de la obra, el monto final de la obra se determina agregando el monto definitivo que corresponda a la obra ejecutada hasta el momento de fijares los precios de venta, más el valor estimado de la obra a ejecutar hasta su terminación. Todo esto dará como resultado la estimación única para la liquidación de la obra, este finiquito en general deberá contener íntegramente toda la documentación generada en el transcurso de la obra esto enmarca todos los planos con las modificaciones realizadas, las bitácoras, etc.

c. Determinación de programas para revisión y recepción de inmuebles

La recepción y entrega de la obra se dará cuando estos se encuentren terminados al 100% y siempre que hayan sido

realizadas de acuerdo a las especificaciones convenidas, planos, los documentos contractuales y el presupuesto.

2.2.5.4 Actividades al término de la obra.

En este punto la supervisión comprobará que las actividades se hayan realizado totalmente dentro del tiempo programado incluyendo prorrogas en caso de haber sido otorgada. Las actividades de manera general al terminar la obra son las siguientes:

- a.** Recepción y entrega de la obra.
- b.** Elaboración de documentos.
- c.** Retira del lugar de la obra de la empresa contratista y de la supervisión.

A continuación, se detallan cada una de ellas:

a. Recepción y entrega de obra

La supervisión recibirá la documentación de los trabajos que le fueron encomendados al ingeniero residente para su revisión y aceptación. Esta recepción de los trabajos podrá ser parcial o total, según se haya establecido lo siguiente:

Tener la bitácora, sin aspectos pendientes a ejecutar, tener al día el estado contable del ingeniero residente, tener elaborada y autorizada la última estimación, contar con las pólizas, fianzas y garantías derivadas de los contratos.

b. Elaboración de documentos

Los documentos que la supervisión deberá elaborar en este punto son los siguientes:

- i. Nota de cierre de bitácora:** Cuando se haya terminado la obra, incluyendo actividades correspondientes de la misma, y cuando ya no quede ningún pendiente, se procede a efectuar el cierre de la bitácora. El cierre de la bitácora debe de realizarse mediante una nota en donde se expresa que por medio de ella se da por terminada la relación técnica de campo y por último se procede a firmar y anular todas las hojas sobrantes inutilizándolas sin arrancarlas de la libreta.
- ii. Acta de terminación, entrega y recepción de obra:** Cumplidos todos los requisitos establecidos en los planos y especificaciones técnicas de la obra de construcción se procederá a la formulación del acta de terminación, en la cual el supervisor representara a la empresa supervisora que lo

contrató cuidando de haber cumplido con todos y cada uno de los requisitos previos.

c. Retiro del lugar de la obra de la empresa contratista y de supervisión

Al finalizar la obra, es decir cuando se encuentre al 100% del avance real, se tiene un plazo establecido previamente en los documentos contractuales para terminar los detalles de la obra y la terminación del finiquito de liquidación. Una vez concluido este plazo, se procede a entregar al propietario de la obra un oficio en donde se le indica que la supervisión se retira de la obra, entregándole a su vez un levantamiento de la obra con los detalles que no se ejecutaron, así como notas del cierre de la bitácora.

2.2.6 El Supervisor

Después de haber mencionado los aspectos principales de la supervisión, es importante aclarar de manera específica quien es la persona que se encarga de la tarea de supervisar una obra civil, dicha persona es denominada **“Supervisor”**; el Supervisor es la persona natural o jurídica calificada y competente, designada por el propietario de la obra que puede ser una persona natural o jurídica, a través de un contrato o un proceso de licitación, para que supervise el correcto desarrollo de una obra de construcción y se ejecute según lo descrito en

el plano de construcción y los documentos contractuales. El profesional destacado en el sitio, se convierte en el centro de mensajes, en donde se genera y canaliza la información; en sentido ascendente para sus superiores (ver esquema 2.3), con el fin de que éstos puedan tomar decisiones documentadas y acertadas; en sentido descendente para los subordinados, con el fin de que éstos sepan realmente como deben realizar su trabajo y que la obra se desarrolla en forma correcta.

También es importante conocer las características necesarias o habilidades que debe poseer un supervisor para desempeñarse como tal, es decir que perfil debe de tener un supervisor de obras.

2.2.7 Perfil del supervisor

Antes de hablar acerca del perfil que todo profesional encargado del área de la supervisión de obras civiles debe de tener, es importante mencionar que esta debe ser regulada por las leyes plenamente establecidas en el país en donde se ejerce dicha profesión, en El Salvador específicamente en el sector Público, la modalidad actual de supervisión está regulada y reglamentada por la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP), tal y como lo establece en el Título VI, Capítulo III, en el apartado de requerimientos para consultoría.²⁸

En dicha ley se menciona que las competencias y la experiencia que un profesional en el área debe de tener las siguientes:

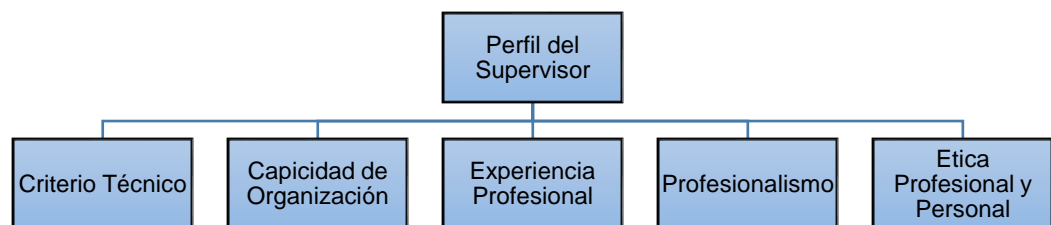
²⁸ Ministerio de Hacienda, El Salvador (2011). Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP). Título VI, Cap. III, página 62.

La persona designada como supervisor, debe ser un funcionario o contratista de nivel técnico, profesional (Ingeniero Civil o Arquitecto), asesor o directivo en caso de tratarse de una empresa que:

- a.** Cuento con amplia experiencia en el área estructural, o que
- b.** Haya supervisado eficientemente esa clase de contratos en anteriores oportunidades, o que
- c.** Cuento con estudios en carreras afines al objeto del contrato que se va a supervisar.

De igual manera, es necesario que el supervisor cuente con la disponibilidad de tiempo y de recursos suficientes para vigilar el cumplimiento de los compromisos contractuales y controlar el desarrollo operativo del contrato.

El supervisor debe contar con las características que muestra el esquema 2.6, las cuales se detallan a continuación:



Esquema 2.6: Características personales que debe tener un supervisor.

- a. Criterio técnico**, para discernir entre distintas alternativas que permitan ejecutar eficientemente el contrato, identificando la más

adecuada y apropiada, sin perder de vista los intereses del Instituto y los compromisos con los beneficiarios y el servicio. También debe poseer conocimientos de todas las áreas involucradas en una obra civil como es lo estructural, hidráulico, suelos y materiales, etc.

- b. Capacidad de organización**, para planificar, estructurar y ejecutar todos los controles y verificaciones que deben adelantarse para garantizar el cumplimiento del objeto y las obligaciones contractuales, en la debida oportunidad y con las calidades exigidas, y principalmente, para vigilar de manera eficiente la ejecución presupuestal del contrato.
- c. Experiencia profesional**, para enfrentar con conocimiento y habilidad las situaciones propias de la dinámica del contrato.
- d. Profesionalismo**, para cumplir con todas las obligaciones que asume con su designación, acudiendo a los criterios propios de su formación profesional y/o técnica, en el servicio objeto de la contratación.
- e. Ética Profesional**, es el conjunto de normas de carácter ético aplicadas al desarrollo de una actividad laboral. La ética profesional marca pautas de conducta para el desempeño de las funciones propias de un cargo dentro de un marco ético. En

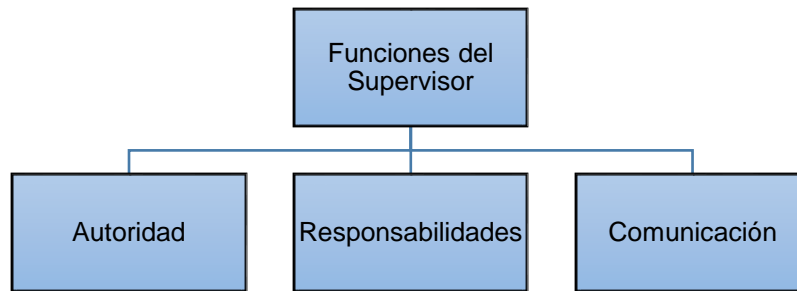
muchos casos tratan temas de competencia y capacidad profesional, además de temas específicos propios de cada área.

- f. **Ética personal**, este tipo de ética estudia las decisiones de los individuos y las opciones que tenemos que escoger la buena opción o la mala opción, esto de acuerdo a los valores y educación de cada persona. La ética personal envuelve la honestidad, la verdad, la simpatía y la lealtad, la benevolencia, la amabilidad, los derechos y la justicia como valores que tienen que ponerse en acción en el día a día.

Aunque ya se conocen las características que debe poseer un supervisor de obras, también es importante conocer las funciones que este debe de desempeñar en su labor, así como la autoridad que posee, responsabilidad que tiene y la manera de comunicarse de manera correcta durante la ejecución de una obra. A continuación, se abordarán con más detalle las funciones, responsabilidades, autoridad y las comunicaciones que debe de tener un supervisor.

2.2.8 Funciones del Supervisor.

El encargado de la supervisión tiene ciertas funciones que debe de cumplir, dentro de las cuales existe cierto nivel de autoridad, responsabilidades y además debe establecer los diferentes mecanismos de comunicación, las cuales se detallan a continuación. (Ver esquema 2.7)



Esquema 2.7: Funciones del supervisor.

2.2.8.1 Funciones del Supervisor

El supervisor, como representante de la supervisión, se convierte en el administrador del proyecto y entre sus funciones iniciales principales estarán las siguientes:

- a.** Asesorar al propietario de la obra en todos los asuntos técnicos relacionados al proyecto.
- b.** Conocer y revisar detalladamente el proyecto: planos, especificaciones técnicas, documentos contractuales y presupuestos. Así como exigir su cumplimiento y realizar la interpretación justa y sin perjuicio de estos documentos.
- c.** Solicitar y revisar el programa de trabajo; posteriormente debe efectuar sus actualizaciones.
- d.** Reunirse con el propietario y el constructor previo al inicio de la obra.
- e.** Dar posesión al constructor del sitio de la obra.

- f.* Solicitar y revisar la lista de subcontratistas y sus calendarios de trabajos.
- g.* Controlar que el contrato se cumpla correctamente.
- h.* Aprobar oportunamente los pagos al constructor.²⁹

2.2.8.2 Autoridad del Supervisor

El supervisor como profesional está facultado para dirigir la obra y tomar las decisiones correspondientes a sus funciones, las cuales serán acatadas por el ingeniero residente, tomando en cuenta que el supervisor no tiene la autoridad para:

- a.* Celebrar convenio alguno verbal o escrito, que modifique en cualquier forma los compromisos contractuales entre la empresa contratista y el ingeniero residente.³⁰

2.2.8.3 Responsabilidades del Supervisor.

Como representante debidamente autorizado y legal, del propietario de la obra, el supervisor manejará todas las actividades por las cuales es responsable, de manera que coincidan con los intereses del propietario y que represente el mayor crédito posible para el mismo.

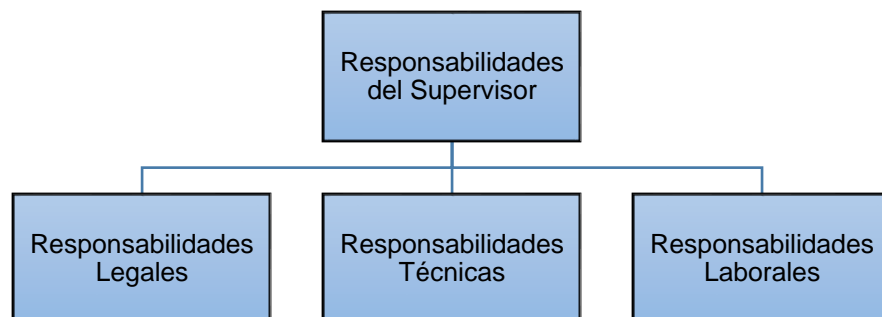
Por lo tanto, el supervisor de manera general será responsable de:

²⁹ Supervisión - <https://www.academia.edu/8396478/supervision,-> Cap. 1, página 20.

³⁰ Arq. Rodríguez Montaña, Felipe, México, (2004). "Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos", Página 12.

- a.** Que se cumplan con las especificaciones técnicas de construcción de la institución o las que ésta haya determinado, y que regirán para las obras a realizar.
- b.** Las relaciones con el contratista y de que estas se ajusten dentro de un marco de ética profesional al cumplimiento de las responsabilidades.
- c.** Que los equipos técnicos e instrumentos que se utilicen en la supervisión sean los adecuados para desempeñar tales trabajos.
- d.** Que el contratista tenga acceso en todo momento a la bitácora de la obra.³¹

También es importante mencionar que existen responsabilidades legales, técnicas y laborales que el supervisor debe de cumplir de acuerdo a lo establecido en el contrato celebrado con la empresa supervisora. (Ver esquema 2.8)



Esquema 2.8: Responsabilidades legales, técnicas y laborales de un supervisor.

³¹ Arq. Rodríguez Montaña, Felipe, México, (2004). "Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos", Página 13.

Responsabilidades Legales

Las responsabilidades legales a las que quedará sometida la supervisión ante el propietario, se establecerán en el Contrato de Supervisión de la construcción de la obra. Se deberá estar consciente, de que, al ser aceptadas las cláusulas del contrato, el supervisor o la Empresa Supervisora deberá responder por errores o anomalías, cometidas por omisiones o descuidos, en el ejercicio de sus funciones profesionales.

Además de otras sanciones que se le podrán aplicar al Supervisor en caso de transgredir las Leyes y Reglamentos de Construcción vigentes en el país, el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano podrá ordenar la cancelación de su certificado de Responsabilidad Profesional y su inscripción en el Registro Nacional de Arquitectos, Ingenieros, Proyectistas y Constructores, perdiendo los derechos que, en el decreto No. 34, Art. 11 del Ministerio de Obras Públicas, se le confiere; El cual establece lo siguiente:

Art. 11: “El Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano llevará un control de los planos presentados por los profesionales que cuenten con un Certificado de Responsabilidad Profesional. En caso de transgresión a las leyes y reglamentos de construcción existentes, se anotará al margen de cada registro profesional. Estos casos serán del conocimiento del Consejo, quien

recomendara la sanción a aplicar. Conocido el dictamen, el Viceministerio podrá ordenar la cancelación del Certificado de Responsabilidad Profesional y su inscripción en el Registro Nacional, perdiendo únicamente los derechos que este Decreto le confieren”.

Responsabilidades Técnicas

El supervisor debe adelantar las actuaciones necesarias para asegurar que el avance del contrato, así como las entregas de bienes o la prestación de los servicios, se sujeten siempre a los estándares, lineamientos, especificaciones, condiciones y procedimientos previstos para cada una de las actividades contractualmente pactadas.

Responsabilidades Laborales

Todo el personal en la obra tendrá derecho a recibir las protecciones establecidas en las Leyes Laborales Salvadoreñas; en lo referente a salarios, prestaciones, seguros por accidentes de trabajo, indemnizaciones y pagos de beneficios en caso de lesiones o muerte, durante el tiempo que el personal este contratado.

2.2.8.4 Comunicaciones por parte del supervisor

La empresa contratista establecerá los sistemas de comunicación que permitan recoger y transmitir la información de manera

oportuna, objetiva y adecuada que requiera el supervisor que podrá ser ya se manera escrita o vía electrónica como correos electrónicos, para así conocer de manera ordenada y periódica el estado de desarrollo y avance en que se encuentre la obra.

El supervisor como profesional también deberá cumplir con una serie de obligaciones, tanto generales como específicas.

2.2.9 Obligaciones del supervisor.

Para desarrollar el Contrato de Supervisión, el supervisor, haciendo uso de su atribución principal, deberá cumplir con una serie de obligaciones, tanto generales como específicas que se detallan a continuación:³²

2.2.9.1 Obligaciones generales:

- a.** El supervisor mantendrá permanentemente informado al propietario, acerca de todas las actividades concernientes a su función, así como de las ocurrencias extraordinarias que pudieran suscitarse durante el desarrollo de la misma.
- b.** El supervisor deberá contar con una organización apropiada para responder a las exigencias de su contrato y para poder cumplir con todas sus obligaciones, sin causar demoras innecesarias al constructor de la obra.³³

³² Supervisión - <https://www.academia.edu/8396478/supervision>, -Cap. 1, página 22.

³³ Supervisión - <https://www.academia.edu/8396478/supervision>, -Cap. 1, página 24.

- c. El equipo de profesionales y técnicos con que cuente el supervisor deberá poseer la experiencia necesaria para desempeñarse eficientemente, manteniendo cordiales relaciones con el personal del constructor y conservando el nivel de autoridad que le confiere su función.

2.2.9.1 Obligaciones Específicas

De manera específica las obligaciones de un supervisor son las siguientes:

- a. Antes del inicio de la construcción, el supervisor revisará los documentos contractuales. Efectuará un minucioso recorrido de la zona donde se ejecutará la obra, para familiarizarse con las condiciones en que se encuentra el área de trabajo e identificar los problemas que pudieran presentarse y previa aprobación del propietario, efectuará los cambios o correcciones necesarias Así mismo estará sujeto a la aprobación de la supervisión, herramientas y equipos que el constructor integrará a la obra, a fin de que se adapte a las condiciones y circunstancias del proyecto. Los equipos podrán ser: móviles o estacionarios, eléctricos o mecánicos.

- b.** Cumplir y hacer cumplir todas las condiciones contenidas en los documentos contractuales. Para ello el supervisor deberá verificar en forma continua que la obra sea ejecutada de acuerdo a los planos y especificaciones que integran el proyecto, debiendo tener por lo menos dos juegos de planos actualizados en la obra y exigiendo además que el constructor tenga también los planos con las últimas modificaciones.
- c.** Verificará que los permisos y/o licencias de Instituciones Gubernamentales tales como ANDA, OPAMMS, CAESS, Ministerio del Medio Ambiente u otras, según la clase de proyecto; estén actualizados. En caso contrario, solicitará al contratista que realice los trámites para obtener dichos permisos.
- d.** Vigilará e inspeccionará los inmuebles propiedad de terceros aledaños a la obra en construcción, cuyas instalaciones y/o cimentaciones queden comprendidas en el área de influencia de la ejecución de las obras y puedan verse afectadas en su estabilidad y/o integridad. Debiendo exigir al contratista que adopte todas las precauciones necesarias para evitar el daño de dichos inmuebles; así como de los servicios públicos y accesos

a las instalaciones ya existentes, como electricidad, telefonía, agua potable, aguas negras, aguas lluvias, accesos vehiculares y peatonales; y vigilará en lo posible, que no se destruyan árboles cuya existencia no afecten el desarrollo de las obras y si fuera indispensable hacerlo, tramitar con la colaboración del constructor los permisos pertinentes.

- e.** Para el control topográfico, verificará y comprobará todos los mojones y bancos de marca auxiliares, así como el correcto amarre de la obra a bancos geodésicos.
- f.** El supervisor se reunirá con el contratista en el sitio de la obra, para hacerle entrega formal de dicho sitio, constatando conjuntamente bancos de marca y puntos de referencia para la ubicación de los trazos. De todo esto se hará un acta que quedará registrada en la primera hoja de la Bitácora de Construcción en la que se establece la fecha de inicio del desarrollo de las obras físicas.
- g.** Inspeccionará la construcción de bodegas y campamentos y comprobará que estos reúnan las condiciones de higiene y salubridad adecuada. En lo

que se refiere a los alojamientos, oficinas, laboratorios y talleres, se controlará su ejecución verificando que se cumplan todos los requisitos especificados.

- h.* Supervisar e inspeccionar en cada lugar de trabajo la construcción de cada una de las obras, vigilando que éstas se ejecuten en el plazo establecido, para lo cual deberá controlar que el contratista asigne los recursos necesarios y oportunos.
- i.* Revisará y aprobará o no, las técnicas de construcción y planes de trabajo que proponga el constructor para la ejecución de la obra. Dichos planes comprenderán los procedimientos de construcción, equipo y personal que empleará el constructor para cumplir con las especificaciones de construcción y los programas de trabajo presentados.
- j.* El supervisor comprobará el estado de avance de la construcción en forma continua y mantendrá informado al propietario mediante informes periódicos de avance y deberá verificar que los programas de tiempos preparados por el contratista en los documentos contractuales, sean cumplidos y actualizados en forma

continua por las variaciones que se presenten durante la ejecución de la obra.

- k.** Llevará a cabo los ensayos de los materiales indicados en las especificaciones técnicas, examinará y aprobará la calidad o cantidad de dichos materiales, interpretando los resultados de las pruebas de laboratorio y recomendando las acciones que deberán tomarse.
- l.** Comprobará que el contratista cumpla con los requerimientos de asignar el personal profesional experimentado en el tipo de obra correspondiente y que, el personal subalterno y de mando intermedio sea adecuado para el eficiente y normal desenvolvimiento de la construcción. Velará que la mano de obra empleada tenga las calificaciones necesarias y en el número que requiere el proyecto para que su avance se ajuste a la calidad especificada y al ritmo señalado en los cronogramas del proyecto.
- m.** Hará verificaciones y correcciones necesarias, cuando en la ejecución de la obra se descubriese alguna discrepancia entre los documentos contractuales y las condiciones reales de la obra; presentará al contratista las órdenes de cambio correspondiente previa

autorización del propietario. Deberá también solicitar y revisar los detalles y presupuestos por las obras adicionales autorizadas. Comprobará que los presupuestos adicionales que presente el contratista sean razonables y negociará con éste los precios para obtener el mayor beneficio económico posible para el propietario.

- n.** Podrá interrumpir la ejecución de cualquier aspecto de la obra, si comprueba que ésta no se realiza de acuerdo a las indicaciones de los planos y especificaciones.
- o.** El Supervisor al revisar las estimaciones, verificará las cantidades de obra realmente ejecutadas en base a las unidades de medida y cantidades presupuestadas; comprobará la calidad de obra realizada y las certificará, presentándolas al propietario, acompañadas del cálculo de volúmenes de obra, firmados y sellados por el supervisor y el contratista para efectos de pago.
- p.** Los informes mensuales que presente al propietario sobre el progreso alcanzado en la ejecución de las obras, contendrán como mínimo la siguiente información:

- i.*** Resumen del trabajo efectuado en el período cubierto por el informe y de las principales incidencias ocurridas.
- ii.*** Estado de avance de obra, según las partidas del contrato y el presupuesto base.
- iii.*** Estado del avance financiero y flujo de caja.
- iv.*** Medidas correctivas propuestas para incrementar el ritmo de la obra si fuere necesario.
- v.*** Condiciones meteorológicas en el área del proyecto y otros factores que afecten el desarrollo normal de la obra.
- vi.*** Resultados de la inspección y control de calidad del trabajo realizado por el contratista.
- vii.*** Equipo de construcción empleado por el contratista, indicando sus principales características.
- viii.*** Personal profesional, técnicos de nivel medio, jefes de obra y obreros; empleados por el contratista en el período del informe, incluyendo a subcontratistas.

- ix.** Presentación fotográfica del trabajo en ejecución y del trabajo terminado, para eventos que revistan características especiales.
 - x.** Organización del supervisor y recursos empleados o asignados a la obra.
 - xi.** Plan de trabajo del contratista para el siguiente período.
 - xii.** Variantes o cambios del proyecto original si hubieren sido efectuados incluyendo los planos actualizados correspondientes.
 - xiii.** Estado de avance de las obras adicionales como resultado de las variantes o cambios al proyecto original, dadas en las órdenes de cambio.
 - xiv.** Confrontar la información presentada con los reportes del contratista.
- q.** El supervisor exigirá que las Normas de Seguridad para la Construcción, sean cumplidas por el constructor, debiendo éste tomar todas las medidas y precauciones necesarias para evitar que sucedan accidentes

- r.* La supervisión deberá llevar en sus oficinas de campo y centrales un archivo completo de todas las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, en el que se incluirá la bitácora, informes periódicos, planos actualizados, estimaciones de obra, cambios en especificaciones y órdenes de cambio. Así mismo, se deberá incluir toda la correspondencia cruzada entre el supervisor, constructor y propietario.
- s.* La supervisión, por medio de un representante autorizado efectuará la inspección final previa a la recepción provisional de las obras; elaborará un informe indicando todos los defectos encontrados, estableciendo el período en que deben ser solucionados.
- t.* Después de revisar que se han corregido los defectos encontrados en la inspección final y que están a satisfacción de la supervisión, se procede a la recepción final de las obras, levantando el acta correspondiente.
- u.* Revisará los planos finales preparados por el contratista que contengan todas las enmiendas o rectificaciones resultantes de las órdenes de cambio, así como de cualquier cambio ejecutado en el campo, de tal manera

que muestre el estado real de cómo la obra fue construida.

- v. Comprobará si el contratista ha cumplido con los pagos a su personal, acreedores y subcontratistas y si ha cumplido con todos los requisitos de la ley.
- w. Procederá a efectuar la liquidación del contrato.

El proceso de liquidación final implica:

- i.* Entregar un informe que contenga los pagos efectuados en concepto de estimaciones de obra y órdenes de cambio.
- ii.* Agregar un detalle de todas las partidas realizadas con sus cantidades y su costo, para comparar el total pagado con la obra realizada.

2.3 Instituciones supervisoras de obras de construcción en El Salvador

Como anteriormente se mencionó, la supervisión de las obras civiles juega un papel de suma importancia en la construcción, pero debido a lo complejo que resulta a veces supervisar de manera adecuada un proyecto de construcción, esto genera un problema, ya que para poder supervisar se necesita tener la experiencia y los conocimientos necesarios en las diversas áreas que las componen, desde aspectos administrativos hasta técnicos.

Debido a la complejidad misma de las obras de construcción así como la diversidad que existen en El Salvador, existen empresas constructoras privadas que se dedican a la construcción, consultoría o la supervisión de obras, y algunas se dedican exclusivamente a la Supervisión, algunas instituciones de gobierno también se dedican a la supervisión, esto no implica que las empresas privadas no puedan involucrarse en la construcción o supervisión de obras de construcción ejecutadas por el gobierno, ya que pueden involucrarse en procesos de una licitación para efectuar estos servicios, tal y como lo establece la Ley de Adquisiciones Y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP).

A continuación, se muestra el proceso que se realiza en un concurso. El proceso de concurso para contrato de supervisión es el siguiente:

- a.** Publicación en revistas o por invitación.
- b.** Retiro de la documentación.
- c.** Recepción y apertura de ofertas.
- d.** Análisis y evaluación de ofertas.
- e.** Adjudicación.
- f.** Contratación.

2.3.1 Sector publico

En el sector público no se cuenta con un gran número de instituciones encargadas exclusivamente a la supervisión de obras civiles, pero entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- a.** Oficina de Planeamiento del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS).
- b.** Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU).

Estas dos instituciones realizan el proceso de supervisión aplicando sus reglamentos y esto lo hacen por medio de visitas no programadas a las obras de construcción para la verificación de sus lineamientos.

2.3.2 Sector privado

Mientras que en el sector privado, debido a la enorme cantidad de empresas constructoras que existen en El Salvador, la existencia de empresas que se dediquen exclusivamente al área de la supervisión de viviendas en altura es casi imposible, ya que debido a la falta de proyectos de este tipo no les resulta económicamente beneficioso dedicarse a la supervisión, y en su mayoría se dedican a la construcción y/o supervisión de diferentes tipos de proyectos como la construcción de carreteras, edificios, entre otros.

Para las empresas que se dedican a supervisar obras de construcción tanto en el sector público como en el sector privado, es importante conocer los parámetros necesarios que se aplican para que una persona de manera individual o una empresa ejerzan la función de la supervisión.

2.4 Contratación de la supervisión

En El Salvador, los contratos de supervisión o también llamados de consultoría poseen lineamientos establecidos por la Ley de Adquisiciones y contrataciones

de la administración pública (LACAP), los cuales contempla los contratos de supervisión de obras en su Artículo 123, literal “b”.

Art. 123.- “Son Contratos de Consultoría los que celebra la institución, con el objeto de obtener mediante un precio la prestación de servicios especializados, tales como:

b) Estudio y asistencia en la redacción de proyectos, anteproyectos, modificación de unos y otros, dirección, supervisión y control de la ejecución y mantenimiento de obras e instalaciones y de la implantación de sistemas organizacionales;”

En ella también se establecen ciertas prohibiciones en cuanto a los contratos de supervisión de obras, los cuales se establecen a continuación.

2.4.1 Prohibiciones para contratos de supervisión, según la LACAP

En la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP) en su artículo 125. Establece lo siguiente en cuanto a los contratos de supervisión:

“La institución no podrá adjudicarlos a las mismas empresas que estuviesen desarrollando contratos de construcción de obra pública ni a las empresas vinculadas a éstas, en las que el contratista pueda ejercer directa o indirectamente una influencia dominante por razón de propiedad, participación financiera y otras similares, todo so pena de nulidad”.

También en el mismo artículo establece que el contrato de la supervisión no se le otorgara a la misma empresa que elaboró el diseño.³⁴

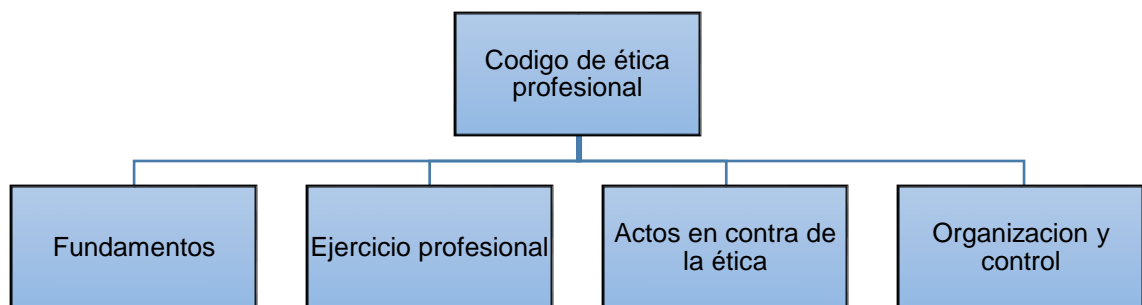
³⁴ Ministerio de Hacienda, El Salvador (2011). Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP). Art. 125.

Pero también se necesita conocer el contenido de un contrato de supervisión en donde se indiquen todos los aspectos a los que estará sometido un supervisor con respecto a su contratación (ver anexo 2.1).

Luego de conocer los parámetros necesarios para la contratación de la supervisión por parte de las instituciones, se necesita conocer el código de ética por el cual todo profesional que se dedique al área de la supervisión debe de registrarse.

2.5 Ética profesional de la supervisión

El Salvador se debe de regir por un código de ética profesional, el ingeniero o arquitecto que se desempeñe en el área de la supervisión de obras de construcción siguiendo un código de ética para actuar de la manera correcta en su trabajo, actos en contra de la ética y la organización y control de los profesionales, cuyos acuerdos fueron establecidos el 31 de Agosto de 1998.³⁵



Esquema 2.9: Componentes del código de ética profesional en la ingeniería y arquitectura.

³⁵ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, El Salvador. Código de Ética - <http://asiasv.org/codigo-de-etica/>

A continuación, se explicará en detalle cada uno de ellos, de acuerdo a establecido en su código de ética.

2.5.1 Fundamentos

- a.** El Código de Ética Profesional tiene por objeto establecer las responsabilidades, regular los derechos y señalar las normas de conducta que deben observar los Ingenieros y Arquitectos entre sí y con la sociedad, tanto en el ámbito nacional como internacional.
- b.** Mantener una conducta profesional y moral de universal observancia, en defensa del prestigio y de los derechos de la profesión, velar por su correcto y cabal ejercicio y observar en todo momento el decoro, la dignidad, la integridad, el respeto y el fiel cumplimiento con este Código.
- c.** Buscar su constante superación y la actualización de sus conocimientos profesionales, comunicando y divulgando su saber y experiencia, procurando proveer oportunidades para el desarrollo profesional de sus colegas.³⁶

2.5.2 Ejercicio profesional

- a.** El ejercicio profesional de la Ingeniería y la Arquitectura debe entenderse de carácter exclusivo por parte de los Ingenieros y Arquitectos poseedores de títulos universitarios habilitantes en las

³⁶ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, El Salvador. Código de Ética <http://asiasv.org/codigo-de-etica/>

diversas especialidades, acorde con la legislación vigente en el país.

- b.** El ejercicio de la Ingeniería y la Arquitectura debe considerarse fundamentalmente como una función social. Deben rechazarse los trabajos que pueden ser usados contra el interés general, evitando de esta manera crear situaciones que involucren peligros y constituyan una amenaza contra la vida, la salud y el medio ambiente, o afecten la propiedad y demás derechos del ser humano.
- c.** El ejercicio profesional implica la prestación de servicios profesionales, cualquiera sea la forma en que se presten; individualmente, asociados o en relación de dependencia.
- d.** La formación del prestigio profesional del Ingeniero y Arquitecto debe cimentarse en la capacidad y honradez.³⁷

2.5.3 Actos contrarios a la ética

Se consideran faltas a la ética e incompatibles con el digno ejercicio de la profesión:

- a.** Actuar contra el honor, decoro y prestigio de la profesión y contra el respeto, dignidad y solidaridad que deben guardarse los asociados entre sí y hacia la comunidad donde se prestan los servicios.

³⁷ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, El Salvador. Código de Ética - <http://asiasv.org/codigo-de-etica/>

- b.** Actuar en la infracción de las leyes que regulan la profesión y en particular en contra de las leyes que protegen el medio ambiente.
- c.** Atribuir injustamente la comisión de errores profesionales a otros colegas y no aceptar los propios.
- d.** Intentar sustituir o reemplazar a otros ingenieros o arquitectos en la prestación de servicios profesionales, reñidas con la ética profesional.
- e.** Autorizar con su firma, estudios, proyectos, planos, especificaciones, informes, dictámenes, que no hayan sido elaborados, ejecutados, controlados o refrenados personalmente, o que contengan vicios o flagrantes violaciones a las leyes, reglamentos u ordenanzas establecidas.
- f.** Ofrecer o prestar servicios profesionales por remuneraciones inferiores a los respectivos aranceles, cuando éstos sean establecidos.
- g.** Utilizar estudios, proyectos, planos, informes u otros documentos que no sean de dominio público, sin autorización de sus autores o propietarios.
- h.** Revelar datos reservados de índole técnica, financiera o profesional, así como divulgar, sin la debida autorización, procedimientos, procesos o características de equipo protegido

por patentes o contratos que establezcan las obligaciones de guardar el secreto profesional.

- i.* Incurrir en omisiones deliberadas o negligencias en sus actividades profesionales.
- j.* No respetar las normas establecidas por las autoridades e instituciones de Ingeniería y Arquitectura del país.
- k.* Usar las ventajas que da un empleo o posición asalariada para competir con otros profesionales. Ejercer influencias indebidas u ofrecer, solicitar o aceptar pagos o compensaciones con el propósito de afectar negociaciones relacionadas con un servicio profesional.³⁸

2.5.4 Organización y control

- a.* La prestación de los servicios profesionales de Ingeniería y Arquitectura involucran la seguridad y el bienestar de la comunidad por lo que revisten carácter de servicio público. En virtud de lo anterior, se hace necesario que la colegiación de los Ingenieros y Arquitectos, sea obligatoria.
- b.* La integración y gobierno de esta organización debe ser ejercido por los propios colegiados, quienes deberán dar cumplimiento al presente Código de Ética profesional.

³⁸ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, El Salvador. Código de Ética - <http://asiasv.org/codigo-de-etica/>

- c.** Mientras la Ley de Colegiatura Obligatoria no se dé, la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos será responsable por que se le dé cumplimiento al presente Código de Ética Profesional, entre sus Asociados.
- d.** El Socio que violare el presente Código de Ética Profesional, se someterá a la aplicación de las penas y sanciones de acuerdo al procedimiento estipulado en los Estatutos y Reglamento Interno de la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos.³⁹

Es necesario conocer el conjunto de documentos que un supervisor necesita conocer o tener para ejercer plenamente sus funciones como supervisor de la obra para la cual se contrató.

2.6 Documentación requerida para ejercer la supervisión

El supervisor debe consultar permanentemente el contrato objeto de vigilancia y control y los documentos necesarios para ejercer sus funciones.

A continuación, se relacionan algunos de los documentos que deberá contener el expediente de cada contrato o convenio supervisado:

- a.** Estudio previo o equivalente
- b.** Pliegos de condiciones
- c.** Estudio técnico, costos y de mercadeo, si se requiere.
- d.** Cronograma de ejecución.

³⁹ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, El Salvador. Código de Ética - <http://asiasv.org/codigo-de-etica/>

- e.** Solicitud de contratación.
- f.** Contrato
- g.** Póliza(s) y su aprobación.
- h.** Acta de inicio, si se requiere.
- i.** Actas de suspensión y de reinicio.
- j.** Informes de ejecución presentados por el contratista
- k.** Documentación soporte de ejecución que evidencie el cumplimiento de cada una de las obligaciones pactadas en el contrato.
- l.** Requerimientos al contratista y respuesta a los mismos.
- m.** Certificaciones expedidas por el supervisor para aprobar pagos.
- n.** Informes de supervisión presentados con la periodicidad indicada en los contratos o en, su defecto, bimestral.
- o.** Actas de reuniones y comités.
- p.** Actas de acuerdos y Actas de finalización.
- q.** El informe final de supervisión.

Pero no basta solo con conocer el conjunto de documentos que necesita un supervisor, sino también necesita tener el conocimiento suficiente a cerca de los procedimientos que deben efectuarse en una obra respecto a lo que se va a supervisar, y para eso todo supervisor necesita conocer las normas, reglamentos y leyes de diseño y construcción que se aplica a la obra que está supervisando.

2.7 Normativas de diseño y construcción aplicadas en El Salvador

Todo profesional de la Ingeniería y Arquitectura dedicado a la industria de la construcción tiene que tener conocimiento de todas las normativas de Diseño y Construcción que se aplica en nuestro país.

Es por ello que se considera de vital importancia dar a conocer las Leyes, Normas y Reglamentos que se aplican en El Salvador, cada una de ellas con su breve descripción.

2.7.1 Leyes, Normas y Reglamentos de la Republica de El Salvador

Las Leyes, Normas Técnicas y Reglamentos que se aplican en El Salvador para tener una base técnica en lo referente a procedimientos y normativas a seguir en el área de la construcción y diseño de obras civiles han sido publicados por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU) en conjunto con la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), que en su mayoría son aplicadas a obras en el sector público, aunque dependiendo de la magnitud del proyecto que se está construyendo se ve en la necesidad de recurrir a las normas internacionales *American Society for Testing Materials* (ASTM) o los reglamentos *American Concrete Institute* (ACI) en cuanto a lo establecido para la prueba de materiales de construcción así como los procedimientos de diseño de elementos estructurales.

En cuanto a las edificaciones en altura, en este caso viviendas en altura o apartamentos, El Salvador cuenta con una ley de propiedad inmobiliaria por pisos y apartamentos. La ley de propiedad inmobiliaria establece lo siguiente:

“Que es deber del Estado fomentar la construcción de viviendas, proporcionando los medios adecuados para que ellos se realicen no sólo por las instituciones oficiales que tienen a su cargo ese programa especial de construcciones, sino también mediante la iniciativa privada”.

Esta ley, aunque establece algunos aspectos técnicos como los permisos de construcción, certificados de aprobación de construcción, la división en planta que cada apartamento debe de tener, el número de salidas que el edificio debe tener, etc. No habla de aspectos fundamentales para su diseño y construcción, es por eso que se deben de aplicar las Leyes, Normas Técnicas y Reglamentos que se presentan a continuación al igual que cualquier otro tipo de construcción en El Salvador.

2.7.1.1 Leyes aplicadas en la Republica de El Salvador en la Industria de la Construcción

En El Salvador en el área de los proyectos de construcción se aplican diversas leyes, que han sido creadas para establecer los lineamientos que la industria de la construcción debe de seguir, para que así, tanto las personas que presten sus servicios como profesionales, gocen de los mismos derechos que establecen dichas leyes de la república de El Salvador.

La ley más importante que se aplica en El Salvador es la que anteriormente se ha mencionado, la cual es la Ley de Adquisiciones de la Administración Pública (LACAP), la cual indica en su artículo 1 que:

Art 1. “Esta ley tiene por objeto establecer las normas básicas que regularán las acciones relativas a la planificación, adjudicación, contratación, seguimiento y liquidación de obras, bienes y servicios de cualquier naturaleza, que la Administración Pública deba celebrar para la consecución de sus fines”.⁴⁰

Una ley de vital importancia y que en ella se establecen las Normas Técnicas aplicadas en la construcción es la *Ley de Urbanismo y Construcción*, ésta ley fue creada pensando en la gran mayoría ya que las urbanizaciones son diseñadas mirando por regla general sólo el beneficio de los urbanizadores y no al de las mayorías de las personas que habrían de llegar a poblar las nuevas zonas urbanizadas.

2.7.1.2 Normas técnicas y Reglamentos aplicados en la Republica de El Salvador en la Construcción

En El Salvador se cuenta con un número de Normas Técnicas y Reglamentos tanto nacionales como internacionales que se aplican en los diferentes proyectos de construcción, en el siguiente

⁴⁰ Ministerio de Hacienda, El Salvador (2011). Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP). Art. 1.

esquema se puede observar las Normas Técnicas y Reglamentos que se aplican en El Salvador, tal y como se puede observar en el esquema 2.10 de manera más detallada la división de Normas Técnicas que se aplican en El Salvador, las cuales se encuentran contenidas en el reglamento para la seguridad estructural de las edificaciones, el cual se encuentra dentro de la ley de urbanismo y construcción.

Normas y Reglamentos Nacionales

Las Normas Técnicas y Reglamentos que se aplican en El Salvador y que la Supervisión debe de conocer son las que se mencionan a continuación y son mostradas en el esquema 2.10:

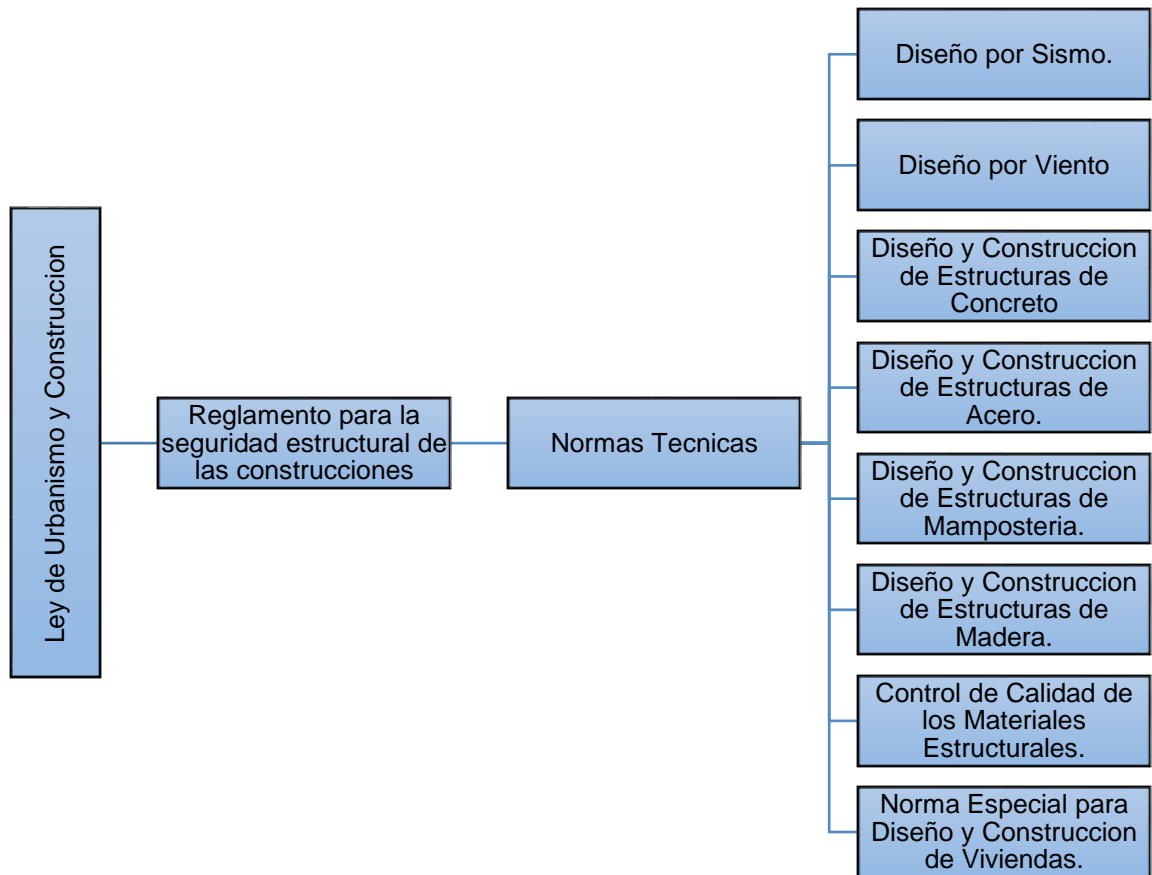
a. Normas Técnicas

- i.* Norma Técnica Para Diseño Por Sismo;
- ii.* Norma Técnica para el diseño por viento;
- iii.* Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto;
- iv.* Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero;
- v.* Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería;
- vi.* Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Estructuras de madera;

- vii.** Norma Técnica para Control de Calidad de los Materiales Estructurales;
- viii.** Norma Especial Para Diseño y Construcción de Viviendas.

b. Reglamentos.

- i.** Reglamento de la Ley de Urbanismo y Construcción;
- ii.** Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones.



Esquema 2.10: Normas Técnicas contenidas en el Reglamento para la seguridad estructural de las construcciones.

A continuación, en la tabla 2.1 se describe el contenido de cada Reglamento y cada Norma Técnica, mencionada en el esquema anterior.

Normas, Reglamentos y Leyes	Descripción
<i>Reglamento para la seguridad estructural de las construcciones.</i>	<p>Este Reglamento fue creado a raíz de los terremotos del 10 de octubre de 1986 donde miles de personas perdieron la vida. Y establece los requisitos mínimos para el diseño estructural, la ejecución, supervisión estructural y el uso de las construcciones con los objetivos siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar las condiciones de seguridad estructural y de servicio en condiciones normales de operación y de eventos sísmicos moderados. 2. Minimizar las posibilidades de colapso de las construcciones y la pérdida de vidas y lesiones a seres humanos en caso de un evento sísmico severo. <p>Mantener al máximo posible el funcionamiento de aquellas edificaciones que prestan servicios o que alojan instalaciones esenciales para la recuperación posterior a una catástrofe.</p>
<i>Reglamento de la Ley de Urbanismo y Construcción</i>	<p>El encargado de formular y dirigir la política Nacional de Vivienda y Desarrollo Urbano; así como elaborar los Planes Nacionales y Regionales y las disposiciones de carácter general a que deben sujetarse las urbanizaciones, parcelaciones y construcciones en todo el territorio de la república, será el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU)</p>
<i>Norma Técnica Para Diseño Por Sismo</i>	<p>Esta norma especifica los requisitos mínimos para el diseño sísmico de las estructuras. Además establece que toda estructura y cada parte de la misma deberán ser diseñados y construida para resistir los movimientos sísmicos del terreno de acuerdo a lo establecido en esta norma técnica.</p>
<i>Norma técnica para el diseño por viento.</i>	<p>Esta norma menciona los requisitos mínimos a considerar para el diseño de estructuras bajo la influencia del viento, además contiene una serie de definiciones y notaciones que se utilizan al momento de diseñar, explica el tipo de estructuras y como se clasifican cada una de ellas.</p>

<p>Norma Especial Para Diseño y Construcción de Viviendas</p>	<p>Esta norma tiene por objeto definir los criterios estructurales y los detalles constructivos que deben cumplir aquellas viviendas, a las cuales pueden aplicarse procedimientos simplificados de análisis, diseño y construcción. Pero tendrá como limitante que únicamente se aplicará a viviendas aisladas de uno o dos pisos.</p>
<p>Norma Técnica Para Control de Calidad de los Materiales Estructurales.</p>	<p>Esta norma establece los requisitos mínimos de calidad y procedimientos de control, a que deben sujetarse los principales materiales estructurales que se utilizan en la construcción, además que tendrá prioridad, en todo lo concerniente a la calidad y procedimientos de control de los materiales estructurales.</p>
<p>Norma técnica para diseño de cimentaciones y estabilidad de taludes</p>	<p>Esta norma establece los requisitos mínimos para el diseño y construcción de cimentaciones y la estabilización de taludes Y rige que todo proceso de cimentaciones debe ser supervisado así como todo tratamiento que el suelo necesite para llevar a cabo las cimentaciones.</p>

Tabla 2.1: Descripción de Normas Técnicas aplicadas en El Salvador

Normas y Reglamentos Internacionales

Como normas técnicas internacionales que se aplican en El Salvador así como en cualquier país del mundo son las normas técnicas de la *American Society for Testing Materials (ASTM)* para la prueba de los materiales de construcción y los reglamentos establecidos por la *American Concrete Institute (ACI)* para el diseño de elementos estructurales de concreto, debido al enorme número de normas técnicas que la ASTM posee, así como los reglamentos establecidos por la ACI, solo se harán mención de los más importantes a consideración de esta investigación y que en la mayoría de los casos son aplicados en El Salvador, tal y como se aprecia en las tablas 2.2 y 2.3 respectivamente.

Nombre	Descripción
ASTM C31: Prácticas para elaborar y curar especímenes de concreto en el campo	Esta norma establece los requisitos a seguir para la elaboración, transporte, protección y curado de los especímenes realizados en campo.
ASTM C39: Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	Describe el procedimiento por medio del cual se obtiene la resistencia de un espécimen de concreto y como calcularlo aplicando la fórmula carga máxima obtenida durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen.
ASTM C70: Método de prueba para la humedad superficial en Agregado Fino	Centra su importancia en la determinación de la humedad de un agregado en su superficie por el paso del agua sobre estos, también se puede utilizar para ajustar los pesos de agregados para el contenido de humedad y para determinar la contribución de la superficie de agua de mezcla en hormigón de cemento portland.
ASTM C78: Método de prueba para la resistencia a la flexión del concreto	Este método de ensayo se utiliza para determinar la resistencia que tienen los concretos a flexión mediante el uso de una viga simple la cual se elabora, transporta y cura siguiendo los parámetros normados. Sus resultados son calculados y presentados como el Módulo de Ruptura cuyos valores pueden variar de acuerdo al tipo de agregados.
ASTM C174: Método de prueba para medir el espesor de los elementos de concreto usando núcleos de concreto	Está basado en la forma en la cual se utilizan aparatos para la extracción de núcleos de concreto en elementos estructurales por ejemplo losas para determinar su espesor y resistencia.
ASTM C192: Prácticas para elaborar y curar especímenes de concreto en el Laboratorio	Determina los requerimientos para la elaboración de la mezcla para la elaboración de especímenes en laboratorio, la forma y cuidados que se deben tener al momento de transportar y curar dichos especímenes. Los cuales pueden ser ensayados a los 7, 14 y 28 días para determinar la resistencia del concreto.
ASTM C172: Práctica Estándar para muestreo de concreto fresco.	Establece el procedimiento a seguir para realizar un muestreo en campo al momento de verificar la calidad de un concreto que será colocado en obra, los tiempos establecidos para llevar a cabo cada uno de los ensayos y la forma en que se deben realizar.

Tabla 2.2: Descripción de Normas ASTM.

Nombre	Descripción
ACI 318: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural	Este reglamento centra su atención en todos los elementos estructurales elaborados de concreto y está elaborado para que sirva ya sea para construcciones grandes como también para construcciones que no necesitan de una gran complejidad al momento de su construcción. El reglamento lo que pretende con los requisitos es proteger la salud y la seguridad de la población, pero el dueño o el Ingeniero o Arquitecto encargado de una obra puede exigir más de lo que aquí se menciona, o lo mencionado en este reglamento pero no menos de estos requisitos.
ACI 347: Guía para el diseño, construcción y materiales de cimbras para concreto	El ACI 347 reglamenta cada uno de los diferentes tipos de encofrados que existen, en él se mencionan una serie de conceptos los cuales nos describen los materiales utilizados para la fabricación de encofrados. También nos muestra las fórmulas para determinar el tipo de encofrado a utilizar y con qué resistencia tiene que ser elaborado de acuerdo a las presiones que el elemento estructural pueda ejercer sobre dicho encofrado o molde.

Tabla 2.3: Descripción de reglamentos ACI.

Capítulo 3: Metodología para la supervisión estructural de viviendas en altura

3.1 Introducción

En este capítulo se presenta una metodología que contenga los procedimientos de evaluación que deben de ejecutarse de manera sistemática en un proyecto de edificaciones de viviendas en altura para lograr un aseguramiento en la calidad de las actividades en la programación de un proyecto de construcción.

La metodología consiste en la supervisión de una serie de procesos del área estructural que se incluyen otras áreas relacionadas como: programación, presupuestos, control de calidad de los materiales, terracería para las cimentaciones. Juntamente con lo mencionado, se involucraron otros elementos para ejecutar estos procesos como planos estructurales, planos de taller, especificaciones técnicas, documentos contractuales, bitácora, reglamentos de construcción y las normas técnicas con el fin de lograr un control del buen del desarrollo de las diferentes actividades de una construcción mediante una relación empresa contratista y la supervisión.

Como se ha dicho que es una metodología para la supervisión estructural, cada una de las actividades están relacionada a verificación y aprobación de los procedimientos constructivos tales como muros, vigas, columnas, losas, zapatas según lo establecido en los reglamentos (ACI, Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones y sus Normas técnicas) así como las especificaciones de los materiales (ASTM).

3.2 Generalidades

La Supervisión Técnica de una Obra de construcción, se refiere, al empleo de una serie de procesos para realizar las acciones de inspeccionar, controlar y registrar todas las actividades que componen la obra en ejecución de acuerdo a lo establecido en los documentos contractuales y otros, a estos se les puede presentar como una metodología. Además, de vigilar el cumplimiento de las Normas Técnicas contenidas en los Códigos de Construcción vigentes en el país y de las Leyes y Reglamentos que regulan al sector del diseño y la construcción de obras en El Salvador. Pero el supervisor podrá certificar o no que el personal, los equipos sean los idóneos para el proyecto; también vigilará que los recursos utilizados en la construcción como materiales de construcción, herramientas, equipos de seguridad, etc. a utilizar son los adecuados y suficientes. Así mismo controlará que la coordinación de actividades necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en los documentos contractuales se cumpla de manera eficiente las condiciones técnicas y económicas de la obra, todo dentro del tiempo establecido en el contrato. Pero todos estos procedimientos deben de estar integrados dentro de una metodología a seguir, es decir deben de ser llevados a cabo a través de un proceso ordenado y sistemático, el cual se detalla a continuación.

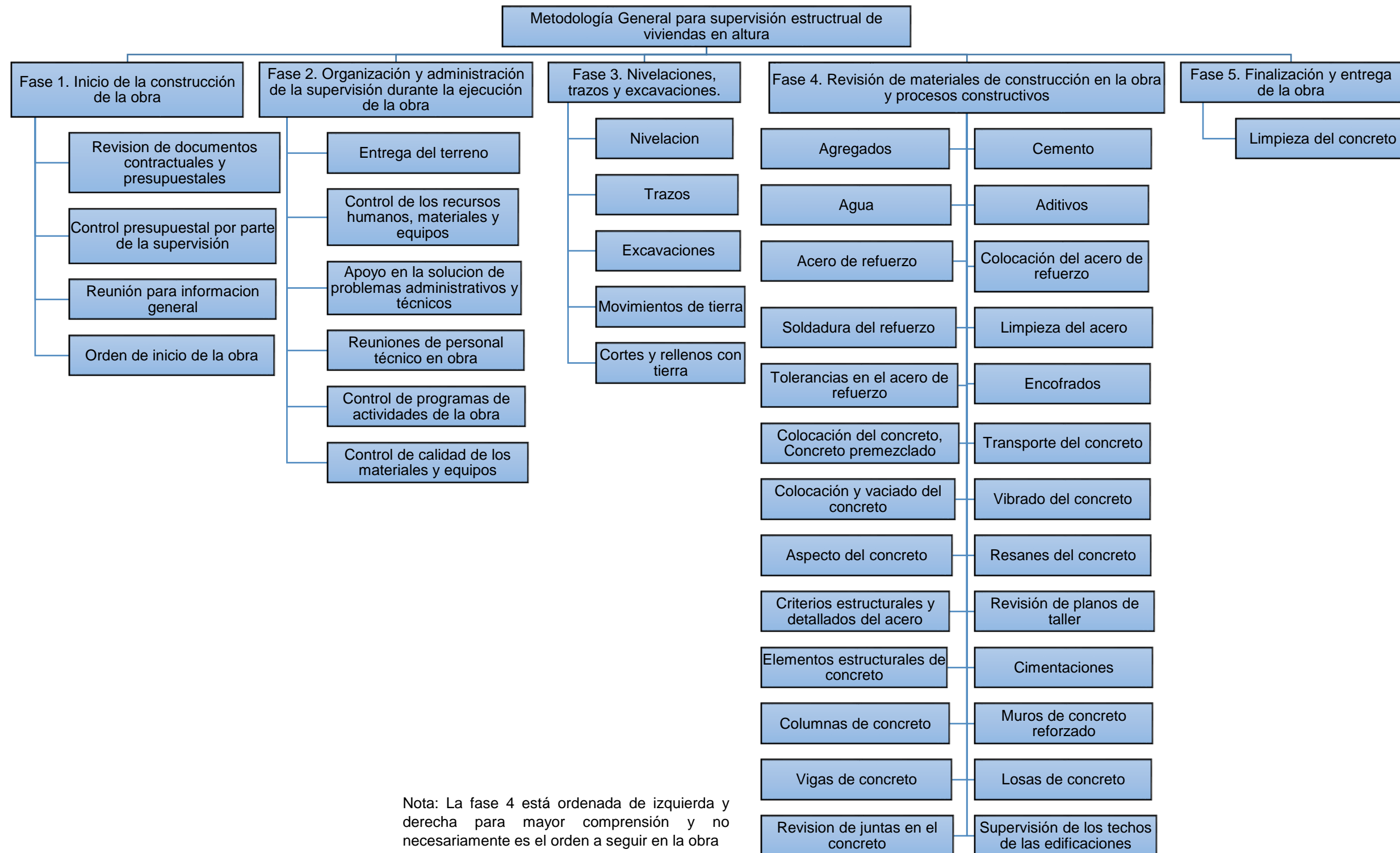
Para llevar a cabo un procedimiento adecuado de la supervisión estructural de una obra de construcción, se necesita de una metodología que incluya las fases necesarias para cumplir de manera correcta todas las actividades, ya que una

vez completada la Planificación y el Diseño de un proyecto, éste se desplaza a la fase de construcción. Cuando se inicia esta fase, los conceptos enunciados anteriormente en el capítulo 2 acerca de la Supervisión y Supervisar, los conjugamos en uno sólo: Supervisión Técnica de Obra.

3.3 Metodología para la supervisión estructural de obras

Como se mencionó anteriormente, una metodología adecuada para la supervisión estructural de una obra de construcción, necesita ser llevada a través una metodología que se desarrollará en 5 fases que está involucrada en el área estructural específicamente, llevando a cabo una serie de procesos controlados, que a su vez contienen subfases que necesitan ser completadas para avanzar a la siguiente hasta completar la obra que se está supervisando, esto es para ordenar de manera secuencial los procesos para ejecutar las tareas de supervisión a tiempo y en orden.

Cada una de estas fases tiene su complicación, razón por la cual la supervisión debe tener un estricto control en su ejecución, ya que la buena ejecución de estas fases y subfases nos garantiza que la obra que se está supervisando, cumple con todos los parámetros establecidos en las normas técnicas y con las cláusulas en los documentos contractuales (ver esquema 3.1).



Esquema 3.1: Metodología general para la supervisión estructural de viviendas en altura.

- a. Fase 1, Inicio de la construcción de la obra:** consiste en una revisión detallada de todos los documentos concernientes a la obra de construcción como documentos contractuales, revisión de planos de la obra, presupuestos y actas de inicio de las obras. Todo esto con el objetivo de que la supervisión apruebe dichos documentos y la obra pueda ejecutarse sin demoras. Para el caso de este estudio, se hará una revisión de los planos estructurales y detallados del acero de refuerzo.
- b. Fase 2, Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra:** La supervisión se encargará de aspectos fundamentales en la obra como la elaboración de un acta en donde se le entregue el terreno al contratista, además que se encargará de tener un control de la llegada de los recursos humanos así como de materiales y equipos en la obra; llevará un estricto control de calidad de todos los elementos necesarios para la ejecución de la obra, es decir, el supervisor aprobará que cada elemento en la obra como equipos y materiales de construcción, cuenten con los parámetros establecidos tanto en Normas Técnicas así como en los Reglamentos de construcción y Especificación Técnicas.
- c. Fase 3, Movimientos de tierra y terracerías:** Antes de que el contratista pueda realizar las obras de terracería en el terreno, el supervisor deberá aprobar que dichas obras de terracería cumplan con lo establecido en los planos estructurales para el caso de las

cimentaciones, contar con el estudio de suelos necesario que le indique aspectos fundamentales como el tipo de suelo existente, bancos de materiales, características de resistencia, humedad, perfiles, estratigrafía, topografía del terreno, etc. Con el objetivo de poder así aprobar o no que las obras de terracería como cortes y rellenos puedan realizarse.

d. Fase 4, Revisión de procesos constructivos y elementos

estructurales: El supervisor se encargará de realizar una revisión de cada proceso constructivo, así como revisar que cada elemento estructural en la obra que puede ser de concreto o acero, haya sido elaborado de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas del proyecto, las Normas Técnicas y Reglamentos de diseño y construcción, todo esto con el objetivo de aprobar cada proceso constructivo y cada elemento estructural de la obra. Para posteriormente firmar y sellar la entrega del elemento estructural.

e. Fase 5, Finalización y entrega de la obra:

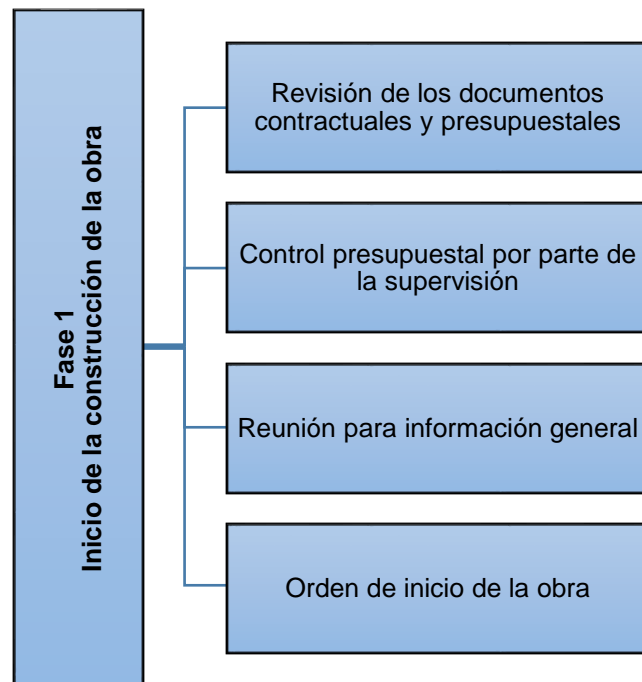
Una vez finalizadas las fases anteriores, el supervisor se encargará de verificar que la obra haya cumplido con los objetivos establecidos en las Especificaciones Técnicas, para posteriormente realizar la entrega de la obra al cliente de la misma.

Es importante aclarar que algunos aspectos de estas fases no están relacionados de manera directa al área de la supervisión estructural como

presupuestos, programación, terracerías para el caso de las excavaciones para la cimentación. A continuación, se detallan cada una de estas fases y en que consiste cada una de ellas.

3.3.1 Fase 1. Inicio de la construcción de la obra.

La primera fase consiste en la verificación de toda la documentación necesaria para la supervisión de dicho proceso constructivo. Durante esta fase, la supervisión deberá realizar una serie de revisiones a los documentos de la obra, como documentos contractuales o especificaciones técnicas, planos y presupuesto de la obra, para posteriormente dar la orden de inicio de la obra (ver anexo 3.1). En el esquema 3.2, se muestra en detalle el contenido de la Fase 1.



Esquema 3.2: Fase 1. Inicio de la construcción de la obra.

3.3.1.1 Revisión de los documentos contractuales y presupuestales⁴¹

Verificar el juego completo de planos, presupuestos, especificaciones técnicas y el cronograma de actividades completo para la ejecución de la obra. Además, se deberá de contar para este estudio todo lo relacionado con los documentos que indiquen los estudios de suelos, estudios ambientales, deberá de realizar un análisis detallado de los planos; de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 1 del ACI 318⁴², para los planos de la obra, detalles y especificaciones, el supervisor deberá de verificar que estos cuenten con la siguiente información:

- a.** Nombre y fecha de publicación del reglamento y sus suplementos de acuerdo con los cuales está hecho el diseño;
- b.** Carga viva y otras cargas utilizadas en el diseño;
- c.** Resistencia especificada a la compresión del concreto a las edades o etapas de construcción establecidas, para las cuales se diseñó cada parte de la estructura;
- d.** Resistencia especificada o tipo de acero del refuerzo;

⁴¹ Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Páginas 42 y 43.

⁴² American Concrete Institute, Estados Unidos, (2005). "Reglamento para concreto estructural (ACI 318 - 05)", Capítulo 1, Sección 1.2.

- e.** Tamaño y localización de todos los elementos estructurales, refuerzo y anclajes;
- f.** Precauciones por cambios en las dimensiones producidos por flujo plástico, retracción y temperatura;
- g.** Magnitud y localización de las fuerzas de pre esforzado;
- h.** Longitud de anclaje del refuerzo y localización y longitud de los empalmes por traslape;
- i.** Tipo y localización de los empalmes soldados y mecánicos del refuerzo;
- j.** Ubicación y detallado de todas las juntas de contracción o expansión especificadas;
- k.** Detalles de recubrimientos para elementos de concreto reforzado.

Además de lo anteriormente mencionado, el supervisor también comparará que el proyecto se ejecute de acuerdo a como se diseñó, y para esto verificará lo siguiente:

- a.** Plano de notas generales del proyecto y especificaciones técnicas;
- b.** Planos de plantas de fundaciones, planta de losas, planta de vigas, planta de techos;
- c.** Detalles de los elementos estructurales como: zapatas, losas, vigas, columnas, paredes estructurales, etc.;

- d.** Planos de elevaciones y secciones transversales de vigas y/o paredes;
- e.** Planos de estructuras de techos y detalles de sus elementos;
- f.** Planos de detalles constructivos de elementos estructurales como uniones, juntas, anclajes, ganchos etc.;
- g.** Cuadros de armado de zapatas, losas, vigas, columnas, paredes estructurales, etc.
- h.** Revisar detalles de juntas de dilatación o contracción;

Para la revisión de las juntas de construcción indicadas en los planos estructurales, el supervisor deberá de verificar que se cumpla lo siguiente, según se establece en el ACI 318-14, en la sección 26.5.6.2:

- a.** Las ubicaciones y detalles de las juntas que no se especifican o que difieren de las indicadas en los documentos contractuales deben ser aprobadas por el diseñador estructurista;
- b.** Excepto para el concreto preesforzado, las juntas de construcción en entresijos y cubiertas deben ubicarse dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas maestras a menos que el profesional facultado para diseñar apruebe otra ubicación;

- c. Las juntas de construcción en vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersectan, medida desde la cara de la viga que la intersecta, a menos que el diseñador estructurista apruebe otro modo de realizarlas.

Para la revisión en los planos estructurales, el supervisor deberá verificar lo establecido en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 en cuanto a recubrimientos de los elementos estructurales que se muestran a continuación.

Protección del concreto para el refuerzo, Concreto construido en sitio no preesforzado⁴³

Para el concreto construido en sitio debe de proporcionarse un recubrimiento que brinde la protección necesaria al acero de refuerzo suficiente para evitar que agentes externos afecten directamente al acero, en la tabla 3.1 se muestra el recubrimiento mínimo de concreto construido en sitio no preesforzado según se establece en el ACI 318 - 14.

⁴³ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 20, Sección 20.6.1.3.1

Exposición al concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento mínimo en mm
Construido contra el suelo y permanentemente en contacto contra él	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto contra el suelo	Todos	No. 6 a No. 18	50
		No. 5, alambre W31 ó D31, y menores	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto contra el suelo	Losas, viguetas y muros	No. 14 y No. 18	40
		No. 11 y menores	20
	Vigas, Columnas, pedestales y amarres a tracción	Armadura principal, estribos, espirales y estribos cerrados para confinamiento	40

Tabla 3.1: Recubrimiento mínimo en elementos de concreto no preesforzado in situ (ACI 318 – 14, Capítulo 20, sección 20.6, Tabla 20.6.1.3.1)).

Concreto construido en sitio (preesforzado)⁴⁴

Para el concreto construido en sitio preesforzado debe de proporcionarse un recubrimiento que brinde la protección necesaria al acero de refuerzo suficiente para evitar que agentes externos afecten directamente al acero, en la tabla 3.2 se muestra el recubrimiento mínimo de concreto construido en sitio preesforzado.

⁴⁴ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)”, Capítulo 20, Sección 20.6.1.3.2

Exposición al concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento mínimo en mm
Construido contra el suelo y permanentemente en contacto contra él	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto contra el suelo	Losas, viguetas y muros	Todos	25
	Todos los demás	Todos	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto contra el suelo	Losas, viguetas y muros	Todos	20
	Vigas, Columnas, y amarres por tracción	Refuerzo principal	40
		Estribos espirales y estribos cerrados de confinamiento	25

Tabla 3.2: Recubrimiento mínimo en elementos de concreto preesforzado in situ (ACI 318 – 14, Capítulo 20, sección 20.6, Tabla 20.6.1.3.2)

Para el concreto prefabricado en sitio, debe de proporcionarse un recubrimiento a los elementos de concreto reforzado que brinde la protección necesaria al acero de refuerzo suficiente con el objetivo de evitar que agentes externos afecten directamente al acero de refuerzo, en la tabla 3.3 se muestra el recubrimiento mínimo de concreto preesforzado construido en sitio.⁴⁵

⁴⁵ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)”, Capítulo 20, Sección 20.6.1.3.3

Exposición al concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento mínimo en mm
Expuesto a la intemperie o en contacto contra el suelo	Muros	Barras No. 14 y No. 18, tendones con diámetro mayor de 1-1/2 pulg	40
		Barras No. 11 y menores, alambres W31 y D31 y menores, tendones y torones con diámetro 1-1/2 pulg. y menores	20
	Todos los demás	Barras No. 14 y No. 18, tendones con diámetro mayor de 1-1/2 pulg	50
		Barras No. 6 hasta No. 11, tendones y torones mayores de 5/8 pulg. Hasta 1-1/2 pulg. De diámetro	40
		Barra No. 5, alambres W31 y D31 y menores, tendones y torones con diámetro 5/8 pulg. y menores	30
	No expuesto a la intemperie o ni en contacto contra el suelo	Losas, viguetas y muros	Barras No. 14 y No. 18, tendones con diámetro mayor de 1-1/2 pulg.
Tendones y torones con diámetro 1-1/2 pulg. y menores			20
Barras No. 11 y menores, alambres W31 y D31 y menores			16
Vigas, columnas, pedestales y amarres a tracción		Refuerzo principal	El mayor de db y 16 mm y no necesita ser mayor de 40 mm
		Estribos, espirales y estribos cerrados de confinamiento	10

Tabla 3.3: Recubrimiento mínimo en Concreto prefabricado en planta (ACI 318 – 14, Capítulo 20, sección 20.6, Tabla 20.6.1.3.3)

Las tolerancias en la ubicación del acero de refuerzo, considerando las tolerancias para “d” y para el recubrimiento de concreto, deben ser las mostradas a continuación en la tabla 3.4, además, la tolerancia para la ubicación longitudinal de los dobleces en el refuerzo y sus extremos debe cumplir con lo indicado en la tabla 3.5.⁴⁶

d, mm	Tolerancia en d, mm	Tolerancia en el recubrimiento especificado del concreto, mm	
≤ 200	± 10	Menor de:	-10
			-(1/3)x recubrimiento indicado
> 200	± 13	Menor de:	-13
			-(1/3)x recubrimiento indicado

Tabla 3.4: Tolerancias para “d” y el recubrimiento especificado (ACI 318 – 14, Capítulo 26, sección 26.6.2.1, Tabla 26.6.2.1(a)).

Ubicación longitudinal de los dobleces y extremos del refuerzo	Tolerancias, mm
Extremos discontinuo de ménsulas y cartelas	±13
Extremos discontinuo de otros miembros	±25
Otras ubicaciones	±50

Tabla 3.5: Tolerancias para la ubicación longitudinal de los dobleces y extremos del refuerzo (ACI 318 – 14, Capítulo 26, sección 26.6.2.1, Tabla 26.6.2.1 (b)).

⁴⁶ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)”, Capítulo 26, Sección 26.6.2.1

Mientras que para la revisión del espaciamiento mínimo del acero de refuerzo en elementos de concreto reforzado, el supervisor debe verificar que se cumpla con lo establecido a continuación:

Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo.

Para refuerzo colocado en una capa horizontal de elementos no preesforzados, la distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa debe ser al menos el mayor entre **25 mm, db**, y **4/3** del diámetro del agregado grueso. Para el refuerzo longitudinal en columnas, pedestales, puntales y elementos de borde en muros, la distancia libre entre barras debe ser al menos el mayor de 40 mm, **1.5 db**, **4/3** del diámetro del agregado grueso.⁴⁷

En el caso de refuerzo por temperatura para elementos no preesforzados, se debe cumplir con lo establecido en la tabla 3.6 a continuación en donde se indica la cuantía mínima que debe cumplir el acero de refuerzo por temperatura y contracción.

Tipo de refuerzo	f_y (Kg/cm ²)	Cuantía mínima de refuerzo	
Barras corrugadas	< 4200	0.0020	
Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado	≥ 4200	Mayor de:	$\frac{0.0018 \times 4200}{f_y}$
			0.0014

Tabla 3.6: Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura (ACI 318-14, Capítulo 24, Sección 24.4.3, Tabla 24.4.3.2)

⁴⁷ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 25, Sección 25.2.

Para el espaciamiento por retracción y temperatura no debe de exceder el menor de **5h** y de **450 mm**⁴⁸.

Paquetes de varillas

Los paquetes de varillas, deben limitarse a 4 varillas para cada paquete y estas trabajan como unidad. En vigas las varillas mayores a No. 11 no deben agruparse en paquetes. En elementos sometidos a flexión, cada una de las varillas de un paquete que termina dentro del vano debe terminarse en lugares diferentes separados al menos **40db**.⁴⁹

En la imagen 3.1, se observan posibles arreglos para paquetes de varillas de refuerzo.

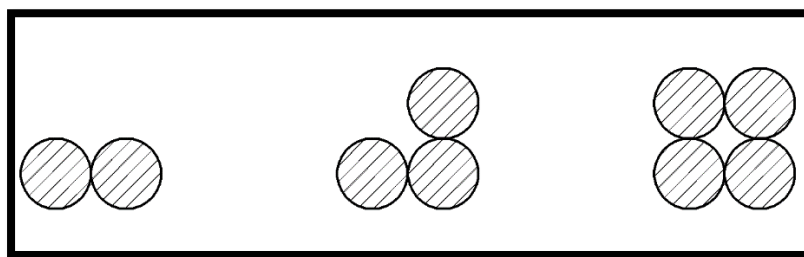


Imagen 3.1: Posibles arreglos para paquetes de varillas

⁴⁸ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 24, Sección 24.4.3.3.

⁴⁹ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 25, Sección 25.6.

Para el caso de anclajes, traslapes y ganchos del acero de refuerzo, se deberán de cumplirse lo que se indica a continuación

Ganchos de acero de refuerzo

Para el caso de los ganchos de refuerzo tanto en zonas confinadas como en zonas no confinadas de elementos como vigas y columnas de concreto, deberán de cumplirse lo indicado en las tablas 3.7 para zonas no confinadas y la tabla 3.8 para zonas confinadas.

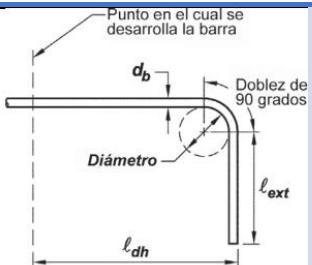
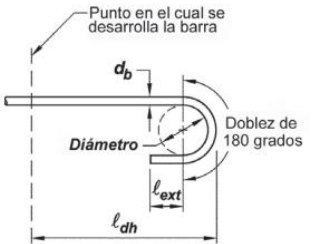
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la varilla	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta (l_{ext})	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 3 a No. 8	6 db	12 db	
	No. 9 a No. 11	8 db		
	No. 14 y No. 18	10 db		
Gancho de 180 grados	No. 3 a No. 8	6 db	Mayor de 4db y 65 mm	
	No. 9 a No. 11	8 db		
	No. 14 y No. 18	10 db		

Tabla 3.7: Gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.3, Tabla 25.3.1)

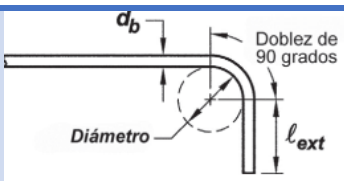
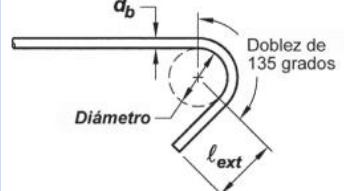
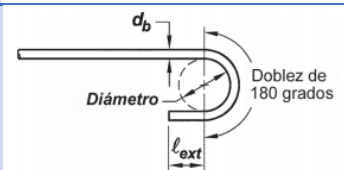
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la varilla	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta (l_{ext})	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 3 al No. 5	4 db	Mayor de 6 db y 75 mm	
	No. 6 al No. 8	6 db	12 db	
Gancho de 135 grados	No. 3 al No. 5	4 db	Mayor de 6 db y 75 mm	
	No. 6 al No. 8	6 db		
Gancho de 180 grado	No. 3 al No. 5	4 db	Mayor de 4 db y 65 mm	
	No. 6 al No. 8	6 db		

Tabla 3.8: Gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en zona de confinamiento (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.3, Tabla 25.3.2)

Empalmes por traslape

Para el caso de traslapes del acero de refuerzo, se debe de cumplir con lo que se indica en la tabla 3.9, se muestran las dimensiones para los traslapes en el acero de refuerzo.

A_s colocado / A_s requerido	Porcentaje máximo de A_s empalmado dentro de la longitud de traslape requerida	Tipo de empalme	l_{st}	
≥ 2.0	50	Clase A*	Mayor de:	1.0 l_d y 300 mm
	100	Clase B*	Mayor de:	1.3 l_d y 300 mm
< 2.0	Todos los casos	Clase B*	Mayor de:	1.3 l_d y 300 mm

Tabla 3.9: Longitud de empalme por traslape de barras y alambres corrugados a tracción (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.5, Tabla 25.5.2.1)

*Los traslapes clase A y Clase B, deben de ser de acuerdo a lo establecido en la tabla 3.10 a continuación.

Tipo de Traslape	Longitud
Clase A	1.0 l_d
Clase B	1.3 l_d

Tabla 3.10: Longitudes para traslapes en el acero de refuerzo según el tipo de traslape

En donde “ l_d ” es la longitud de desarrollo para el acero de refuerzo, pero en ningún caso el traslape podrá ser menos de 300 mm.⁵⁰ En la imagen 3.2 se muestra un esquema de la disposición típica para traslapes en el acero de refuerzo, mostrando su espaciamiento libre.

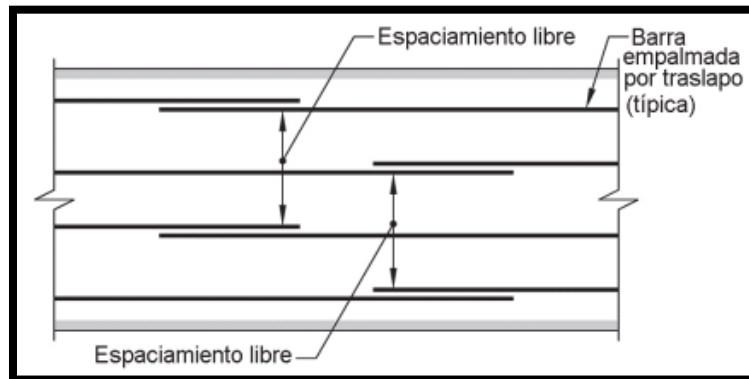


Imagen 3.2: Espaciamiento libre para traslapes del acero de refuerzo (ACI 318-14, Capítulo 25, Sección 25.5, Fig. R25.5.2.1)

⁵⁰ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)”, Capítulo 25, Sección 25.4.2.

Para el caso de los estribos o refuerzo transversal del acero en Zonas Confinadas y Zonas No Confinadas de vigas y columnas, se deberá de cumplir con lo indicado a continuación

Refuerzo transversal en vigas primarias⁵¹

Para el caso de zonas confinadas en vigas se debe de cumplir que en ambos lados de la viga deben colocarse estribos cerrados de confinamiento en una longitud **2h** medida desde la cara del miembro de apoyo hacia el centro de la luz (ver imagen 3.3).

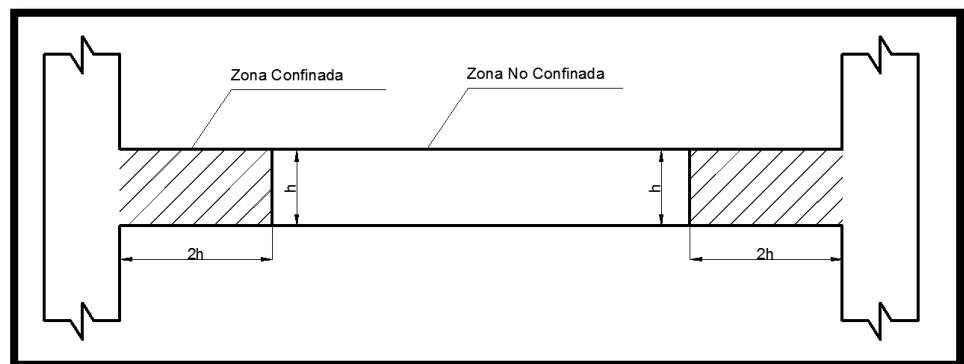


Imagen 3.3: Longitud de Zona de Confinamiento en Vigas

En cuanto al espaciamiento para los estribos en Zonas Confinadas no deberá exceder el menor de:

- a.** $d/4$;

⁵¹American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)", Capítulo 18, Secciones 18.4.2.4, 18.4.2.5.

- b.** Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro;
- c.** 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento;
- d.** 300 mm.

Además, el primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm de la cara del miembro de apoyo. Para las Zonas No Confinadas, el espaciamiento del acero de refuerzo transversal no debe exceder **$d/2$** en toda la longitud de la viga. Las vigas secundarias no tiene zonas confinadas los cual los estribos se colocan a igual distancia.

Refuerzo transversal en Columnas⁵²

Para el caso de zonas confinadas en columnas se debe de cumplir que En ambos extremos de la columna deben colocarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento **s_0** en una longitud **l_0** medida desde la cara del nudo (ver imagen 3.4). La longitud **l_0** , no debe ser menor que la mayor de:

- a.** Una sexta parte de la luz libre de la columna;
- b.** La mayor dimensión de la sección transversal de la columna;
- c.** 450 mm.

⁵² American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)", Capítulo 18, Secciones 18.4.3.3, 18.4.3.4, 18.4.3.5

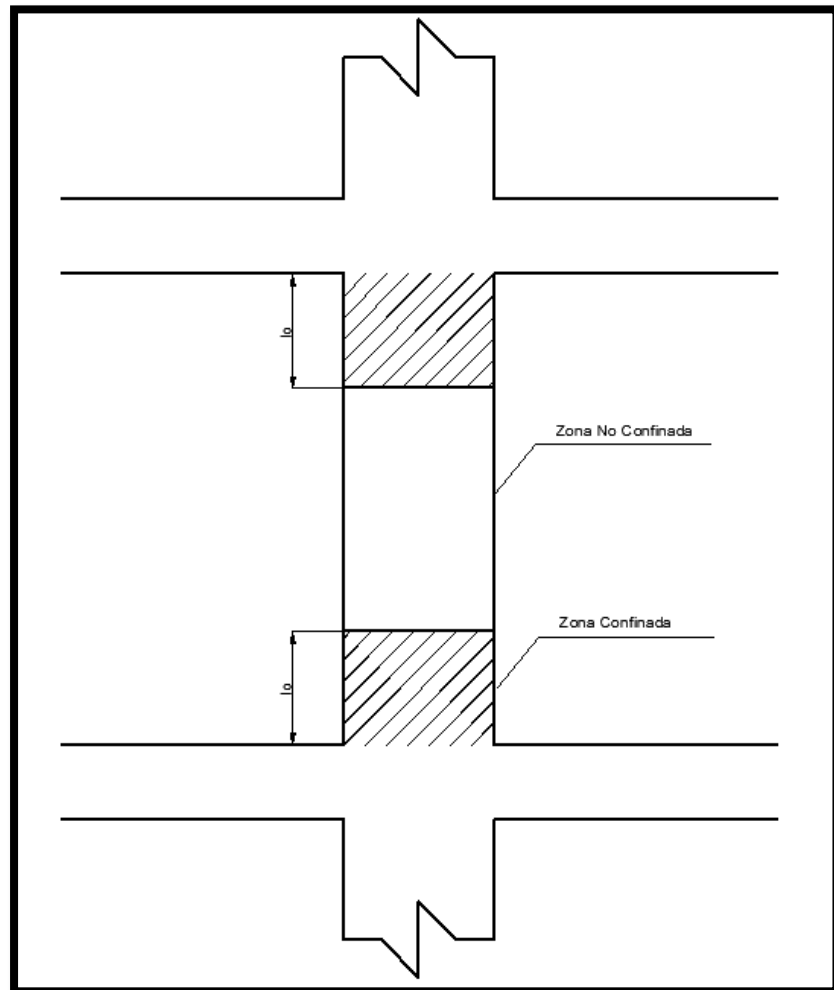


Imagen 3.4: Longitud de Zona de Confinamiento en Columnas

Mientras que el espaciamiento del acero de refuerzo en la Zona Confinada de la columna, el espaciamiento s_0 no debe exceder el menor de los siguientes:

- a.** 8 veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.

- b.** 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.
- c.** La mitad de la menor dimensión de la sección transversal de la columna.
- d.** 300 mm.

Además de estos espaciamientos, el primer estribo en la zona de confinamiento debe estar situado a no más de $s/2$ de la cara del nudo.

Para las Zonas No Confinadas, el espaciamiento del acero de refuerzo transversal debe de cumplir con lo que se indica en la tabla 3.11 a continuación:⁵³

V_s	Separación máxima, mm		
		Columna no preesforzada	Columna preesforzada
$\leq 0.33 \sqrt{f'c} b_w d$	El menor de:	d/2	3h/4
		600	
$> 0.33 \sqrt{f'c} b_w d$	El menor de:	d/4	3h/8
		300	

Tabla 3.11: Separación máxima de estribos de columnas en zonas no confinadas (ACI 318-14, Capítulo 10, Sección 10.7.6.5, Tabla 10.7.6.5.2)

Además de lo anteriormente mencionado, el supervisor deberá verificar lo siguiente:

⁵³ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)", Capítulo 10, Sección 10.7.6.5.

- a. Comprobar el cumplimiento de las especificaciones técnicas;
- b. Revisar toda la documentación concerniente al presupuesto de la obra (elementos estructurales), con el fin de detectar si existe algún problema en el presupuesto, como por ejemplo que no se hayan considerado la posible variación de los costos de los materiales de construcción;
- c. Comparar el avance de la obra (ver imagen 3.5) con el cronograma de actividades (ver imagen 3.6), estableciendo el avance físico de la obra, relacionado a la parte estructural para el caso de este estudio;

Trabajos preliminares		Tabiquería Albañilería	
Instalaciones provisionales (baños, oficinas)	5 días	Construcción de paredes de bloque	16 días
Deforestación y limpieza	2 días	Friso en paredes	20 días
Instalación acometidas eléctricas y sanitarias	2 días	Cerámica en baños y cocina	1 día
Adquisición materiales para obra (in situ)	0 días	Instalación de artefactos sanitarios	1 día
Infraestructura (Fundaciones)		Revestimiento en pisos	1 día
Excavación	3 días	Acabados	
Acero de Refuerzo	4 días	Pintura en paredes	7 días
Vaciado Concreto	2 días	Instalación de puertas y ventanas	3 días
Superestructura		Finalización de instalación eléctrica	2 días
Acero de Refuerzo en Columnas	2 días	Aceptación Final	
Encofrado y Vaciado de Concreto en Columnas	2 días	Inspección Final	3 días
Instalaciones Eléctricas y Sanitarias	1 día	Entrega de Obra	0 días
Acero de Refuerzo en Vigas y Losas	4 días		
Encofrado y Vaciado de Concreto en Vigas y Losas	2 días		

Imagen 3.5: Avance de la obra.

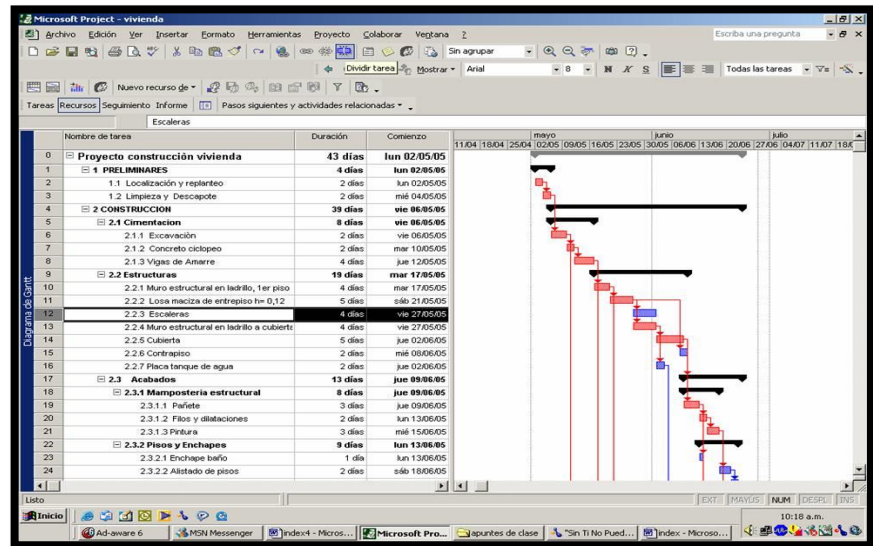


Imagen 3.6: Cronograma de actividades de la obra.

- d. Verificar el suministro y la calidad de los recursos de mano de obra, materiales (cemento, agregados, acero de refuerzo, etc.), maquinaria (concreteras, vibradores, compactadores, etc.), específicamente en la colocación del acero, el encofrado, colado del concreto, curado y desencofrado;
- e. Se deberá presentar un programa de trabajo que deberá contener como mínimo lo siguiente: Fecha de inicio y terminación de cada actividad, las actividades a desarrollarse por el contratista, actividades a desarrollarse por subcontratistas (si existen), relaciones de dependencia de las distintas actividades, determinación de la ruta crítica, fechas de contratación de insumos principales, fecha de

inspección pre-final, fecha de recepción final, período de liquidación de contrato, fecha de inicio y terminación de elaboración de “Planos como construido”, Fechas de trámites de diferentes gestiones requeridas por el Proyecto;

- f.* Detectar problemas de toda índole: de carácter técnico, administrativo, de suministro de materiales, de calidad de obra, colocación del refuerzo, recubrimientos, diámetro del acero, encofrados, curados, de retrasos en la ejecución, legal, ambiental, etc., proponiendo y recomendando una solución;
- g.* Hacer recomendaciones para las próximas etapas de la ejecución de la obra;
- h.* Anotar en la bitácora todas las observaciones y recomendaciones hechas al contratista generando una copia que servirá de constancia de todo lo ejecutado;
- i.* Comprobar en la próxima visita a la obra si se realizaron las modificaciones hechas en las anotaciones pertinentes;

3.3.1.2 Control presupuestal por parte de la supervisión⁵⁴

Para el control presupuestal de la obra, la supervisión:

⁵⁴ Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Página 63.

a. Llevará el control presupuestal de la obra de acuerdo a lo siguiente:

- i.* Controlar los contratos establecidos de todo el personal de la obra;
- ii.* Elaborar cuadros informativos por partida del costo total de la obra de acuerdo a los incrementos que se presenten;
- iii.* Además, actualizar el programa de erogaciones, el programa financiero, el programa de actividades, montos de los contratos y órdenes de cambio;
- iv.* Controlar y conciliar con el contratista los precios unitarios extraordinarios considerando la mano de obra, materiales, equipo y herramienta, conforme a lo que dispone la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO);
- v.* Revisar, evaluar y proponer un análisis para los estudios de ajustes de precios unitarios;

b. En el caso de obra extraordinaria, la Supervisión procederá de la siguiente manera debiendo de:

- i.* Anotar en bitácora el tipo de obra extraordinaria y por qué se va a ejecutar;

- ii.** Realizar una descripción detallada de la obra extraordinaria y sus especificaciones (dimensiones, detallado, materiales, etc.);
- iii.** Revisar las matrices de los análisis de precios unitarios por conceptos extraordinarios en lo referente a: cantidades de materiales, cuadrillas, equipos, rendimientos, y costos de mano de obra verificando que se hayan tomado en consideración los criterios empleados en los análisis aceptados en el contrato;
- iv.** Revisar las cantidades de obra y precios unitarios de los conceptos fuera de catálogo calculados por el Contratista y en su caso llevará a cabo su conciliación;
- v.** Presentar por escrito al Cliente la relación de conceptos solicitando su autorización;
- vi.** Actualizar las cantidades de obra del presupuesto agrupando los conceptos nuevos;
- vii.** La Supervisión cotejará las cantidades de obra ejecutada durante cada período, contra los volúmenes que presente el Contratista en las estimaciones;

La aprobación de las estimaciones presupuestales es responsabilidad de la Supervisión y el monto debe corresponder estrictamente con la obra ejecutada, para luego presentarla al propietario.

3.3.1.3 Reuniones de información general⁵⁵

Programar una reunión de trabajo siempre y cuando así se establezca en los documentos contractuales, en caso contrario se deberá de llegar a un acuerdo entre el contratista y la supervisión.

3.3.1.4 Orden de inicio de la obra.

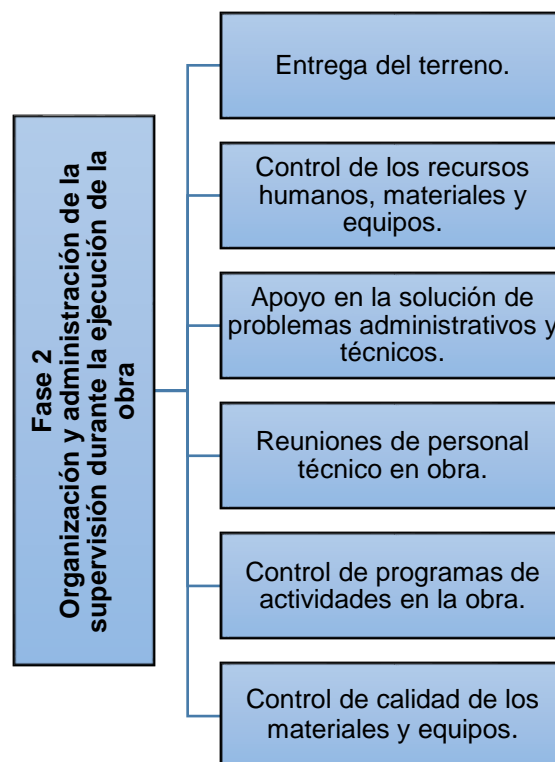
Para la orden de inicio de la obra, deberá realizarse un acta en donde se indicará que los actos establecidos en los documentos contractuales se llevaran a cabo en la fecha y lugar indicados, además de contar con la firma del contratista (ver anexo 3.1).

Una vez revisado todos los documentos y verificando que todo esté en orden, se procede a la segunda fase para determinar la organización de la supervisión durante la ejecución de la obra, que se detalla a continuación.

⁵⁵ Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Página 48.

3.3.2 Fase 2. Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra

En esta fase, la supervisión deberá de realizar una serie de procesos que se detallan en el esquema 3.3 a continuación, todo esto siempre en relación a la supervisión estructural.



Esquema 3.3: Fase 2. Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra.

A continuación, se detallan cada uno de los aspectos mencionados anteriormente.

3.3.2.1 Entrega del terreno

La Supervisión, que puede ser una entidad gubernamental o privada, conjuntamente con el propietario o un representante del propietario debidamente identificado y certificado como su representante, deberá llevar a cabo la entrega del terreno al contratista (ver anexo 3.2). Para tal fin se levantará un acta; a la entrega física del terreno se adjuntará un levantamiento en donde se marquen las condiciones topográficas del lugar, se indiquen bancos de materiales, bancos de nivel, instalaciones provisionales, señalizaciones y accesos a los servicios municipales (ver imagen 3.7).



Imagen 3.7: Levantamiento topográfico del terreno de la obra.

3.3.2.2 Control de los recursos humanos, materiales y equipo.

La supervisión elaborará registros diarios de la siguiente manera:

- a. Recursos humanos (Personal):** Registro de las cantidades y categorías de personal, así como cantidades y características del mismo para verificar que la ejecución de la obra se realice con los recursos programados.
- b. Materiales:** verificará que la llegada de los materiales a la obra corresponda con fechas y cantidades programadas y se llevará a cabo su registro.
- c. Equipo:** verificará la existencia de los equipos necesarios para la ejecución de la obra.

3.3.2.3 Apoyo en la solución de problemas administrativos y técnicos.⁵⁶

Informar al Contratista de los cambios o modificaciones al proyecto en forma adecuada y oportuna, y viceversa.

En caso de presentar problemas en la construcción de orden técnico o modificaciones en las estructuras ya sea que estos cambios sean de carácter estructural y/o no estructural que afecte a la estructura, se presentará al contratista un informe sobre el problema específico, que contenga alternativas de solución y su

⁵⁶ Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Páginas 53 y 54.

evaluación en costo y tiempo, para que éste determine lo conveniente.

Con respecto a la seguridad en la obra de manera general hacia el personal y las instalaciones dentro de la obra, se debe vigilar conjuntamente con el responsable de seguridad del Contratista, el cumplimiento de los requisitos de seguridad que deben observarse en la ejecución de la obra, establecidos en los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en la materia, así como los instructivos específicos del Propietario, los cuales se discuten en las juntas que se realizan en la obra.

3.3.2.4 Reuniones de personal técnico en obra ⁵⁷

Preparar las reuniones de personal técnico de las diferentes especialidades elaborando una agenda en la que mencionen los temas que habrán de tratarse en la reunión. Al elaborar la lista de temas no hay que olvidar incluir los pendientes que quedaron asentados en la reunión anterior.

Llevará a cabo las reuniones de trabajo que se requieren con el propietario para revisar y resolver dudas del proyecto, situaciones de la ejecución de la obra, control presupuestal y trámites administrativos, levantando las actas correspondientes, haciendo

⁵⁷ Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Páginas 54 y 55.

el seguimiento de los puntos tratados hasta su cumplimiento y verificando el avance y cumplimiento de los programas de trabajo.

3.3.2.5 Control de programas de actividades en la obra ⁵⁸

Verificar del avance físico de la obra, para lo cual, la supervisión solicitará al contratista que entregue dentro del plazo que se le haya fijado por parte del propietario los programas detallados de construcción y el programa general integrado que deberá respetar los lineamientos fijados por el cliente.

Otro control por parte de la supervisión consistirá en solicitar y revisar conjuntamente con el contratista los programas de montos de obra, obtenidos a partir de los presupuestos de obra. Se determinará la incidencia de los cambios presupuestales y del flujo de las estimaciones, en el programa de montos de obra.

Conjuntamente con el contratista, se deberán revisar los programas de actividades, cerciorándose de que contengan todas y cada una de las actividades esenciales para construir la obra. Revisar que los programas de montos de obra correspondan a la cantidad de obra asignada a cada período y a los importes calculados en los presupuestos de obra.

⁵⁸ Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Página 56.

Para determinar los avances por partida, se deben, cuantificar los volúmenes de obra de los conceptos de cada partida, que se están ejecutando, hasta un día antes de la junta semanal y se debe multiplicar por el precio unitario, obteniendo un avance físico real, el segundo término se divide entre el monto total contratado por partida y se obtiene el avance % (por ciento), por partida.

$$\text{Porcentaje de Avance} = \text{Avance físico} \times \frac{\text{Precio Unitario}}{\text{Monto total contratado}}$$

Una vez logrado este objetivo se debe comparar con el avance del programa de inversiones, obteniendo el porcentaje de retraso.

3.3.2.6 Control de calidad de los materiales y equipos

Se deberá controlar la calidad tanto de los materiales de construcción, así como los equipos que se utilizarán en la obra, por lo cual será necesario realizar pruebas de laboratorio y evaluar los resultados obtenidos, los cuales están regidos por las normas ASTM más recientes de acuerdo al momento de la realización de este estudio, las cuales se muestran en las tablas 3.12 y 3.13 respectivamente.

Es importante mencionar que el registro completo de los ensayos de los materiales debe de estar siempre disponible para la revisión durante el desarrollo de la obra y por dos años después de terminado el proyecto, y debe ser conservado para este fin por el supervisor.

Código de Norma ASTM para acero estructural	Nombre de Norma
A36 / A36M – 14	Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural
A82 / A82M – 07	Especificación para cable de acero, liso, para refuerzo de concreto
A242 / A242M – 06	Especificación normalizada para Acero estructural de alta resistencia y baja aleación
A615 / A615M – 09	Especificación Normalizada para Barras de Acero al Carbono Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto
A992 / A992M – 11	Especificación Normalizada para Perfiles de Acero Estructural

Tabla 3.12: Normas ASTM empleadas para elementos de acero estructural (Última versión de Normas ASTM).

Código de Norma ASTM para materiales cementantes	Nombre de Norma
C29 / C29M -07	Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados
C31 / C31M – 06	Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto para pruebas de compresión
C33 / C33M – 13	Especificación Normalizada para Agregados para Concreto
C39 / C39M – 15^a	Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto
C42 / C42M – 04	Método Normalizado de Ensayo de Obtención y Ensayo de Núcleos Perforados y Vigas Aserradas de Concreto

C94 / C94M – 09	Especificación Normalizada para Concreto Premezclado
C144 – 11	Especificación Normalizada para Agregados para Morteros de Albañilería
C150 / C150M – 15	Especificación Normalizada para Cemento Portland
C172 – 08	Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado
C188 - 15	Método de Ensayo Estándar para la Densidad del Cemento Hidráulico
C192 / C192M – 15	Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Concreto para Ensayo en Laboratorio
C266 - 15	Método de Ensayo Estándar para el Tiempo de Fraguado de la Pasta de Cemento-Hidráulico por las Agujas de Gillmore
C494 / C494M - 08^a	Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto
C1157 / C1157M – 11	Especificación Normalizada de Desempeño para Cemento Hidráulico
C1602 / C1602M – 12	Especificación estándar para el agua de mezcla utilizada en la producción de concreto hidráulico

Tabla 3.13: Normas ASTM empleadas para para materiales cementantes (Última versión de Normas ASTM).

Control de Calidad para Materiales de Construcción

Se muestrearán selectivamente todos los materiales que lleguen a la obra como el acero de refuerzo, cemento, arena, grava, agua, bloques de mampostería de concreto, y aditivos para el concreto según lo indicado en la sección 26.4 “Requisitos para los materiales y mezclas de concreto” del ACI 318 – 14 “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural “.

Para realizar los ensayos de calidad a los diferentes materiales se deberán verificar los siguientes aspectos de cada elemento.

a. Acero de refuerzo

El acero empleado en la obra deberá cumplir con las normas ASTM A36, A82, A242 y A615 tal como se indican en la tabla 3.10 “Normas ASTM empleadas para elementos de acero estructural.” Para realizar dichas pruebas se debe indicar el grado de acero, diámetro, lugar de procedencia y la longitud total de cada varilla.

b. Cemento

Al cemento se le deberán realizar los ensayos de laboratorio indicados en las normas ASTM C150 y C1157, en donde se verifican aspectos como tipo de cemento, contenido de aire en morteros, finura, propiedades físicas y químicas. Además, se le harán los ensayos de las Normas ASTM C188 y C266 en donde serán establecidos las características de la densidad del cemento, así como los tiempos de fraguado (tabla 26.4.1.1.1(a) ACI 318-14).

El cemento será rechazado si no cumple con alguno de los requisitos establecidos en la especificación

c. Agregados (Arena y Grava)

Para la calidad de los agregados tanto gruesos (Grava) como finos (Arena) deben cumplir con lo establecido en la Norma:

- i.* ASTM C33, para agregados de peso normal;
- ii.* ASTM C330, para agregados de peso liviano;

Además, se permiten agregados que no cumplan con las normas ASTM C33 o ASTM C330 siempre que se haya demostrado mediante ensayos o por experiencias prácticas en servicio que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, y que han sido aprobados por la autoridad competente, en este caso, el Supervisor.⁵⁹

Para el tamaño máximo de los agregados gruesos se recomienda que no excedan al menor de los siguientes aspectos:⁶⁰

- i.* 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado;
- ii.* 1/3 del espesor de las losas;

⁵⁹ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)", Capítulo 26, Sección 26.4.1.2.

⁶⁰ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)", Capítulo 26, Sección 26.4.2.1(a).

iii. 3/4 del espaciamiento mínimo libre especificado entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, refuerzo preesforzado, tendones individuales, paquetes de tendones, o ductos.

d. Agua.⁶¹

El agua que se emplee para fabricar concretos y morteros se debe verificar que sea la conocida como agua potable, que no contiene grandes cantidades de sulfato, en caso contrario se deben realizar ensayos de laboratorios; Además de lo indicado anteriormente, el agua para la elaboración de concreto deberá cumplir con lo establecido en la Norma ASTM C1602 “Especificación estándar para el agua de mezclado en concreto hidráulico”.

e. Bloques de concreto (para paredes de mampostería)

En el caso de que se usen paredes de mampostería de concreto, se harán pruebas de absorción de bloques de concreto, compresión de bloques de concreto y compresión de prismas de mampostería.

Además que se deberán de verificar aspectos establecidos en la norma ASTM C90: “Especificaciones para Unidades Portantes de Mampostería de Concreto” en donde se indica

⁶¹ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)”, Capítulo 26, Sección 26.4.1.3.

la clasificación de los bloques de acuerdo a su densidad o peso, propiedades físicas, espesores, requerimientos de absorción y resistencia a la compresión de los bloques, dichos aspectos deberán de corresponder con lo establecido en las tablas 3.14, 3.15 y 3.16, las cuales se muestran a continuación.⁶²

Clasificación por densidad	Densidad de Concreto Secado en Horno, lb/pie ³ (Kg/m ³)
	<i>Promedio de 3 unidades</i>
Peso Ligero	Menos de 105 (1680)
Peso Medio	De 105 a menos de 125 (1680 a 2000)
Peso Normal	Más de 125 (2000)

Tabla 3.14: Clasificación por Densidad para bloques de concreto

Clasificación por densidad	Absorción Máxima de Agua, lb/pie ³ (Kg/m ³)	
	Promedio de tres unidades	Unidades individuales
Peso Ligero	18 (288)	20 (320)
Peso Medio	15 (240)	17 (272)
Peso Normal	13 (208)	15 (240)

Tabla 3.15: Requerimientos de Absorción para Bloques de Concreto

⁶² Amaya Valencia, Mauricio Alfredo, Díaz Acosta, Carlos Ernesto, Universidad de El Salvador (UES), El Salvador, (2011). Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas: “ingeniería de materiales” y “tecnología del concreto”, Páginas 41 – 44.

Clasificación por densidad	Resistencia Mínima a Compresión Área Neta, lb/pulg ² (MPa)	
	Promedio de tres unidades	Unidades individuales
Peso Ligero	1900 (13.1)	1700 (11.7)
Peso Medio	1900 (13.1)	1700 (11.7)
Peso Normal	1900 (13.1)	1700 (11.7)

Tabla 3.16: Resistencia Mínima a Compresión de Bloques de Concreto.

Todas las unidades deberán ser sólidas y libres de grietas u otros defectos que puedan interferir con la adecuada colocación de la unidad o afectar significativamente la resistencia o durabilidad de la construcción.

Para el caso de paredes que no sean estructurales (divisiones internas), únicamente se le harán pruebas de compresión a las unidades de concreto, dependiendo de las características de sus agregados, aplicando la norma ASTM C90 “Especificaciones para Unidades Portantes de Mampostería de Concreto” para bloques de concreto con agregados de peso norma y la Norma ASTM C331 “Especificación estándar para unidades de bloques de concreto con agregados de peso liviano”.

f. Materiales para rellenos

Se le harán los ensayos de compactación a los materiales que se emplearán como rellenos de tierra para las

cimentaciones de acuerdo a lo establecido en la Norma AASHTO T 99 – 01 y la AASHTO T 180 – 01, en donde se indicara el grado de compactación del suelo de acuerdo a la humedad óptima del mismo a través de la curva de compactación.

En el caso de utilizar una mezcla de suelo cemento se emplearan ensayos de laboratorio según lo establecido en la Norma ASTM D1633: “Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Compresión de Cilindros Moldeados de Suelo Cemento”.⁶³

g. Aditivos para concreto

En el caso de los aditivos se les deben de hacer ensayos de calidad de acuerdo a lo establecido en las Normas ASTM mencionadas a continuación:

- i.* Aditivos para reducción de agua y modificación del tiempo de fraguado: ASTM C494M;
- ii.* Aditivos para producir concreto fluido: ASTM C1017;
- iii.* Aditivos incorporadores de aire: ASTM C260;
- iv.* Aditivos inhibidores de la corrosión inducida por el ion cloruro: ASTM C1582.

⁶³ Amaya Valencia, Mauricio Alfredo, Díaz Acosta, Carlos Ernesto, Universidad de El Salvador (UES), El Salvador, (2011). Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas: “ingeniería de materiales” y “tecnología del concreto”, Página 56.

Si los aditivos antes mencionados no cumplen con las condiciones mencionadas anteriormente deben de someterse a la aprobación del profesional facultado para diseñar.⁶⁴

h. Juntas de construcción, contracción y dilatación

Las juntas de construcción deben de ubicarse donde causen el menor debilitamiento de la estructura. El diseño para fuerzas laterales puede requerir un tratamiento especial en el diseño de juntas, ver también sección 26.5.6 del ACI 318 2014.

Antes de colocar el material necesario para la junta deberá de revisarse que en la abertura de las juntas no se encuentre material como polvo, basura, agua o aceites.

Se deberá verificar que el material colocado en las juntas de construcción sea un material que se comporte más como un material elástico y no plástico, es decir, similar al caucho. En caso de usar materiales como masillas, se deberán de seguir las para juntas de estructuras de concreto”.⁶⁵

⁶⁴ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)”, Capítulo 26, Sección 26.4.1.4.

⁶⁵ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), México (1999). “Manual para supervisar obras de concreto, Capítulo 3, Sección “Materiales para juntas”, Página 35.

Pruebas de laboratorio de productos elaborados (prefabricados)

Se muestrearán selectivamente todos los productos que se elaboren en la obra o se adquieran elaborados, para esto se le harán las siguientes pruebas de laboratorio a los siguientes materiales:

a. Concreto premezclado

Se deberán de cumplir los parámetros establecidos en la Norma ASTM C94 “Especificación Normalizada para Concreto Premezclado”, en donde se determina el contenido de aire, criterios de aceptación para fuentes dudosas de agua, límites químicos para el agua, así como el mezclado y entrega del concreto que puede ser mezclado en planta o en camión.

b. Concreto hecho en obra (in situ)

Al concreto se le deberán de realizar las pruebas de laboratorio de acuerdo a lo establecido en las Normas ASTM C172 “Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado” para el muestreo del concreto, ASTM C1064 “Método de Ensayo Normalizado de Temperatura de Concreto de Cemento Hidráulico recién Mezclado” para la medición de temperatura, ASTM C231

“Método de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recién Mezclado Mediante el Método por Presión” para la determinación del contenido de aire mediante el método de presión y ASTM C138 “Método de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto” para la determinación de la densidad, rendimiento y contenido de aire del Concreto. Si el contenido de aire es mayor que el límite superior especificado, un ensayo de comprobación se efectuará inmediatamente después de un nuevo ensayo de muestreo. En caso de que el ensayo de comprobación falle, el concreto se considerará que no ha logrado los requisitos de la especificación.⁶⁶

De esta manera cuando el supervisor tenga los resultados de los ensayos realizados a las mezclas del concreto, aprobará o rechazará las mezclas de acuerdo al cumplimiento no de lo establecido en las normas ASTM antes mencionadas.

⁶⁶ Amaya Valencia, Mauricio Alfredo, Díaz Acosta, Carlos Ernesto, Universidad de El Salvador (UES), El Salvador, (2011). Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas: “ingeniería de materiales” y “tecnología del concreto”, Páginas 32 y 35.

Control de Calidad para elementos empleados en la construcción

El supervisor deberá verificar los siguientes elementos con el objetivo de que se cuente con todos los equipos necesarios para llevar a cabo los procesos constructivos en la obra.

a. Equipos de construcción

Verificar el estado del equipo para la producción del concreto, es decir, se hará una revisión de las conexiones eléctricas de los equipos, contenido de aceites y combustible de equipos que lo requieran, además de una revisión de daños externos como daños por el uso (desgaste); revisar la existencia de equipo e instalaciones para ejecución de colado de concreto, tales como vibradores, reglas, medios para transportar o elevar el concreto, etc., tales equipos se muestran en la imagen 3.8.



Imagen 3.8: Herramientas empleadas en la producción y fabricación de concreto en obra (Fuente: <http://www.ecomec.org/equipos-de-construccion-liviana>).

También se hará una revisión de daños en herramientas de construcción como las mostradas en la imagen 3.9.



Imagen 3.9: Herramientas empleadas en la producción, transporte y fabricación diferentes elementos en la obra (Fuente: <http://www.arqhys.com/arquitectura/proyecto-herramientas-construccion.html>).

b. Equipos de protección personal (EPP).

Revisar que se cumplan las indicaciones establecidas en el Reglamento General de Prevención de riesgos en los lugares de trabajo, como por ejemplo la señalización de lugares peligrosos así como indicaciones del equipo de seguridad que

debe ser usando en esas áreas, ver imágenes 3.10, 3.11 y 3.12 respectivamente.⁶⁷

En caso de que dichas señalizaciones no se encuentren en la obra, antes y durante su ejecución, el supervisor le indicara al contratista para que dichas advertencias sean colocadas de inmediato en las zonas designadas.



Imagen 3.10: Señalizaciones de prohibición (Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 106)

⁶⁷ Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 106 - 108, Págs. 28 – 29.

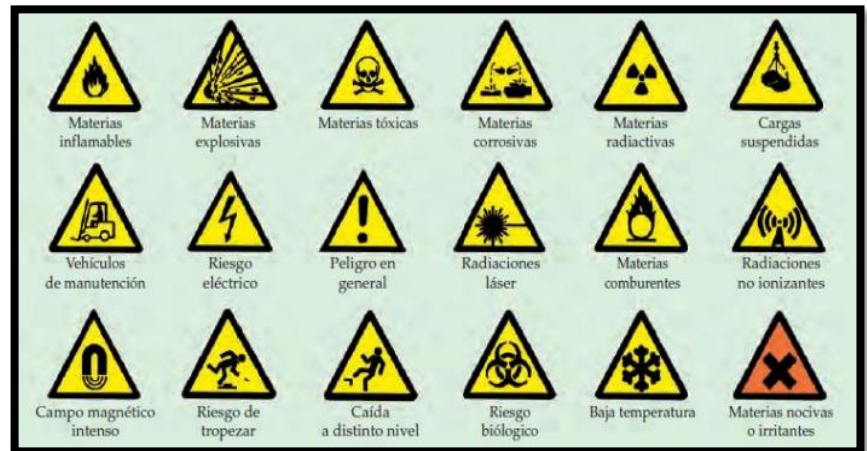


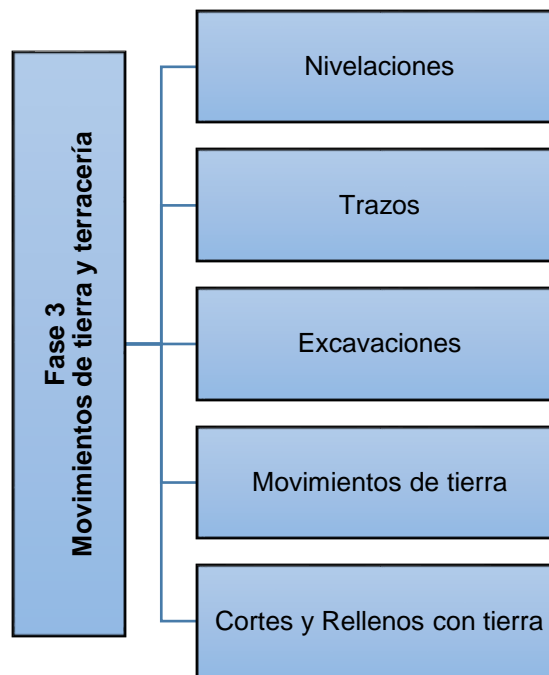
Imagen 3.11: Señalizaciones de precaución (Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 107)



Imagen 3.12: Señalizaciones de elementos de protección obligatorios a utilizar. (Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 108)

3.3.3 Fase 3. Movimientos de tierra y terracería

Una vez completada la fase 2 de la metodología propuesta, continúa la fase de ejecución de las obras de terracería como por ejemplo obras de nivelaciones, trazos, excavaciones, movimientos de tierra, realización de las obras de cortes y rellenos de tierra, tal como se puede observar en el esquema 3.4.



Esquema 3.4: Fase 3. Movimientos de tierra y terracería.

A continuación, se detallan cada uno de estos procesos.

3.3.3.1 Nivelaciones

El supervisor debe verificar que se trasladen los niveles desde un banco de marca establecido geodésicamente con el objeto de marcar los niveles de las áreas que se estén construyendo.

3.3.3.2 Trazos

Para los trazos se debe de verificar en campo que la edificación que se vaya a construir esté dentro del terreno, utilizando para esto un teodolito o estación total para determinar que los trazos son los adecuados con el objetivo de evitar problemas en el futuro, ver imagen 3.13.



Imagen 3.13: Proceso de elaboración de trazos en campo.

El supervisor verificara con planos topográficos en mano que el trazo este ejecutado tal como indica y se mantendrán los puntos de referencia para poder verificar dicho trazo cuantas veces sean necesarias.

3.3.3.3 Excavaciones

Se deberá verificar mediante el estudio de suelos la capa de suelo que deberá ser removida para posteriormente continuar con los trabajos de excavación hasta encontrar un suelo donde se garantice el N necesario para soportar la estructura y no tener problemas como de asentamientos diferenciales en la estructura, ver imagen 3.14.



Imagen 3.14: Proceso de excavación en campo (Fuente: <http://www.arqhys.com/construccion/excavaciones-estructurales.html>).

En la tabla 3.17, se muestran las profundidades de perforación para un edificio con un ancho de 30 m, las cuales serán aproximadamente las siguientes, de acuerdo con Sowers y Sowers (1970).

Número de pisos	Profundidad de perforación (m)
1	3.5
2	6
3	10
4	16
5	24

Tabla 3.17: profundidades de perforación para un edificio con un ancho de 30 m, Sowers y Sowers (1970).

Además, el supervisor deberá verificar que los niveles de los fondos y anchos se indiquen en los planos estructurales o se indiquen en la obra en caso de existir condiciones especiales.

Para los trabajos de excavaciones se deberán de verificar las condiciones de seguridad de acuerdo lo establecido a continuación⁶⁸:

- a.** Se ejercerá una supervisión frecuente por parte del profesional responsable de la obra con experiencia, que garantice que se ha tomado las medidas de seguridad indicadas.

⁶⁸ Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Perú (2010). Norma G.050 "Seguridad durante la construcción), Sección 23.

- b.** Antes de empezar la excavación el perímetro de la superficie se limpiará de materiales sueltos. Se eliminarán todos los objetos que puedan desplomarse y que constituyen peligro para los trabajadores.
- c.** Si se encontrara una tubería, línea de servicios públicos u otra instalación durante la excavación, se suspenderá inmediatamente el trabajo y se informará al supervisor sobre el incidente.
- d.** Se deberá prevenir los peligros de caída de materiales u objetos, o de irrupción de agua en la excavación.
- e.** En los momentos de nivelación y compactación de terreno, el equipo de colocación del material de relleno, trabajará a una distancia no menor de 20 m de la zona que se esté nivelando o compactando.
- f.** En excavaciones donde el personal trabaje a 1.2 m o más de profundidad, se deberá proporcionar una escalera de mano u otro medio de acceso equivalente. Se deberá proporcionar una escalera adicional por cada tramo de (7.6 m) en zanjas y excavaciones. Dichas escaleras deberán sobresalir por lo menos 1.0 m sobre la superficie del terreno y deberán sujetarse para evitar movimientos.

- g.** El personal que trabaje en excavaciones deberá usar el equipo de protección personal mínimo y en casos especiales de acuerdo a los riesgos evaluados por el supervisor.
- h.** En los casos en que las zanjas se realicen en terrenos estables, se evitara que el material producto de la excavación se acumule a menos de 2.0 m del borde de la zanja
- i.** Se deben instalar los entibados, apuntalamientos o tablaestacados para evitar riesgos en la zona de trabajo y en zonas colindantes.
- j.** Las barreras de advertencia y protección deberán instalarse a no menos de 1.8 m del borde de la excavación o zanja.

En el caso que los niveles freáticos se encuentren de manera superficial según lo indique el estudio de suelos, antes de iniciar la excavación se contará por lo menos con el diseño, debidamente avalado por el responsable de la seguridad de la obra, de por lo menos:

Sistema de bombeo y líneas de evacuación de agua para mantener en condiciones de trabajo las zonas excavadas. Las operaciones de bombeo se realizarán teniendo en cuenta las características del terreno establecidas en el estudio de suelos, de

tal modo que se garantice la estabilidad de las posibles edificaciones vecinas a la zona de trabajo.

3.3.3.5 Movimientos de tierra.

El supervisor recibirá por parte del contratista esquemas, planos topográficos o de terrazas, perfiles del terreno, en donde se marquen todos los cortes que se ejecutaran y los volúmenes de tierra a desalojar, los cuales deberán ser aprobados para que se puedan realizar dichos movimientos de tierra.

El supervisor deberá evitar que se dé un amontonamiento de tierra.

3.3.3.6 Cortes y Rellenos con tierra

Todo material de relleno existente o tierra vegetal deberá retirarse en todo su espesor y sustituirlo. El material para llevar a cabo el relleno deberá ser de buena calidad y estar sujeto a la aprobación de la supervisión de la obra, ya que desde el momento de iniciar un relleno donde se colocará una estructura se debe llevar un control, esto evitará problemas a futuro. Además, se verificará que el material que se corte sea apto o no para ser utilizado como relleno, por lo cual se ordenarán pruebas de laboratorio para que el supervisor lo apruebe o no, para evitar posteriores asentamientos de la estructura.

La supervisión tiene que verificar que el relleno se llevará a cabo teniendo capas de 15 a 20 cm. de espesor agregando agua en proporción del 50% y consolidando con pisón de mano metálico hasta dar un 90% de compactación de acuerdo a la prueba Proctor estándar establecido en la norma AASHTO T180 Proctor modificado. La última capa deberá quedar a nivel no permitiéndose una diferencia mayor de 2 cm o según se especifique en el estudio de suelos.

El estudio de suelos es la base para desarrollar esta fase, en los cuales se deben de cumplir las recomendaciones dadas por el geotecnista, en caso de existir un cambio en la obra al estudio previo se deberá de consultar al especialista.

Al finalizar esta fase, el supervisor debe tener un estricto control de calidad en los materiales que se utilizaran para la ejecución de la estructura, dichos controles de calidad se mencionan en la fase siguiente.

3.3.4 Fase 4. Revisión de materiales de construcción en la obra y procesos constructivos.

3.3.4.1 Agregados.

Para los agregados gruesos (grava) y agregados finos (arena) la supervisión deberá verificar los siguientes aspectos:

- a. **Grava:** deberá ser de buena calidad (angulosa, limpia, no porosa, etc.).
- b. **Arena:** La arena deberá ser también de buena calidad, libre de materias orgánicas, tierra, limpia y angulosa.

3.3.4.2 Cemento.

Se aprobará el cemento siempre y cuando se tengan los resultados del análisis del laboratorio de materiales que indique que el cemento empleado cumple con las características necesarias de acuerdo al uso específico que se dará en la obra y que sea el que indique en los documentos contractuales y en los planos.

3.3.4.3 Agua.

El agua que se emplee para fabricar concretos y morteros se debe verificar que sea la conocida como agua potable, que no contiene grandes cantidades de sulfato, en caso contrario se deben realizar ensayos e laboratorios.

3.3.4.4 Aditivos

Los aditivos que se usarán en la obra deberán de contar con el control de calidad necesario y que la información brindada por el fabricante cumpla con lo establecido en las Normas ASTM específicas para el tipo de aditivo. Para ser aprobado por el

supervisor y sea usado en los elementos estructurales que los necesiten.

3.3.4.5 Acero de refuerzo

Se debe verificar que sea el indicado en los planos estructurales y especificaciones técnicas y que además haya sido aceptado por el inspector. También se debe verificar que el acero comprado este elaborado bajo la Norma ASTM acorde al tipo de acero que necesitará la estructura.

3.3.4.6 Colocación del acero de refuerzo.

Se verificará que el acero de refuerzo este colocado con precisión según los planos estructurales y este adecuadamente asegurado (amarrado), para ser aprobado antes de colocar el concreto.

3.3.4.7 Soldadura del refuerzo.

Se debe verificar mediante ensayos de muestras representativas, que la junta soldada resiste no menos que el límite de fluencia o límite elástico aparente del refuerzo, ni menos que el 95% del esfuerzo de ruptura de éste, que su falla es dúctil y que no ocurre en una sección soldada, ni a menos de un diámetro de ella para ser aprobada.

Además, se debe verificar los biseles para soldadura mostrados en la imagen 3.15.

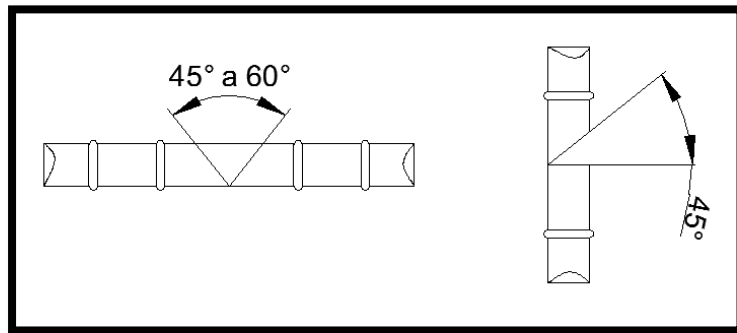


Imagen 3.15: Ángulos de bisel para realizar soldadura en acero de refuerzo

En la mayoría de los casos las varillas de elementos a los que comúnmente se le realiza la soldadura al acero de refuerzo es a los elementos de traves y columnas.⁶⁹

3.3.4.8 Limpieza del acero.

Verificar la limpieza en el refuerzo de toda partícula adherida, sea esta basura, polvo, desperdicio de cimbra o mortero, así como de escamas, oxidación suelta, rebabas y aceite. Para dar la aprobación y continuar con el proceso constructivo.

3.3.4.9 Tolerancias en el acero de refuerzo.

Algunas de las tolerancias que se establecen para el acero de refuerzo son:

⁶⁹ Ing. Mec. Velázquez Alcalá, M. Francisco. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), México (2010). "Manual práctico para soldar y supervisar acero de refuerzo", Capítulo 4, Sección 4.1, Página 17.

El 80% de las muestras ensayadas de cada partida debe resistir no menos que los límites de fluencia y elástico aparente, en la colocación del refuerzo en cascarones y losas se permitirán variaciones de 5 mm. En el sentido vertical y de 30 mm en el horizontal, en longitudes de bastones, cortes de varilla, traslapes y dimensiones de ganchos la variación permitida será de 20 mm, en la colocación de dobleces y de columpios la variación permitida será hasta de 20 mm, el desplome del refuerzo en elementos verticales no deberá ser mayor de 10 mm en toda la longitud del elemento.

3.3.4.10 Encofrados.

Se debe contar con planos de taller para encofrados para cada uno de los elementos estructurales: vigas, columnas, losas, etc. Mediante los cuales se verificará la resistencia y detallado estructural del encofrado para ser aprobado por el supervisor, al igual que determinará el periodo en que se debe desencofrar cada uno de estos elementos.

Además, se debe de revisar la capacidad de carga del material empleado en el encofrado que puede ser madera o metálico(acero), así como la verificación de puntales, tablas, riostras, cables, sistemas de sujeción como tornillos, clavos, etc. Distribución de andamios para elementos estructurales elevados

como muros de mampostería, columnas, vigas y losas de entrepiso. Todo esto de acuerdo a lo dispuesto en los capítulos 2 “Diseño”, 3 “Construcción” y 4 “Materiales” del Reglamento ACI 347-04 “Guía para encofrados de concreto”

En la tabla 3.18, se muestran los tiempos mínimos de desencofrado para algunos elementos estructurales de concreto indicado en el capítulo 3 del ACI 347-04.

Elemento Estructural	Tiempo
Paredes	24 Horas
Columnas	24 Horas
Costillas de vigas principales y secundarias	24 Horas
Fondo de vigas y losas, en función de su resistencia	
Sin Cargar	7 Días
Cargas de construcción	14 Días

Tabla 3.18: Tiempos mínimos para retiro de encofrado en elementos de concreto (ACI 347 – 04, Capítulo 3, Sección 3.6, Apartado 3.6.2).

En las imágenes 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20, se muestran detalles de la distribución para encofrados para diferentes elementos de concreto reforzado, como columnas, paredes estructurales, losas y vigas.

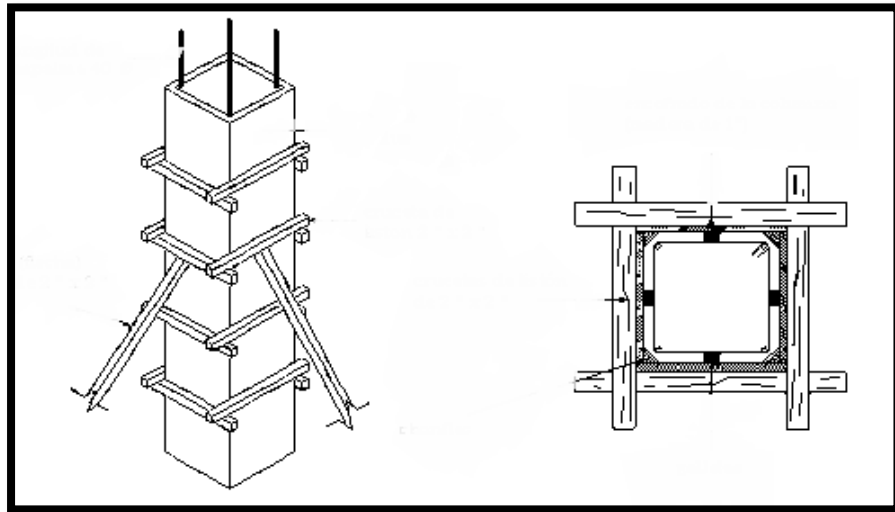


Imagen 3.16: Encofrado de madera para columnas de concreto reforzado
 (Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/02/columnas.html>).

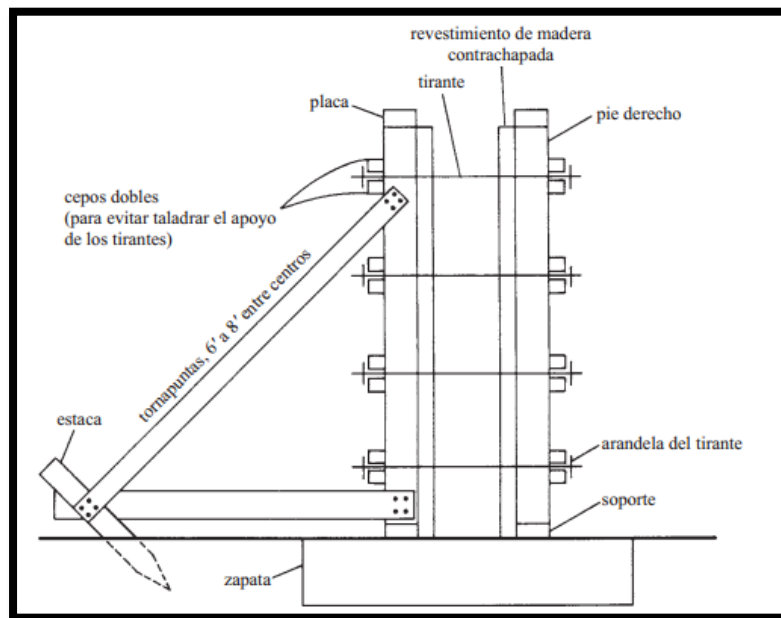


Imagen 3.17: Detalle de encofrado para muros de concreto reforzado
 (Fuente: McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). "Diseño de Concreto Reforzado", Capítulo 20, Sección 20.7, Figura 20.2)

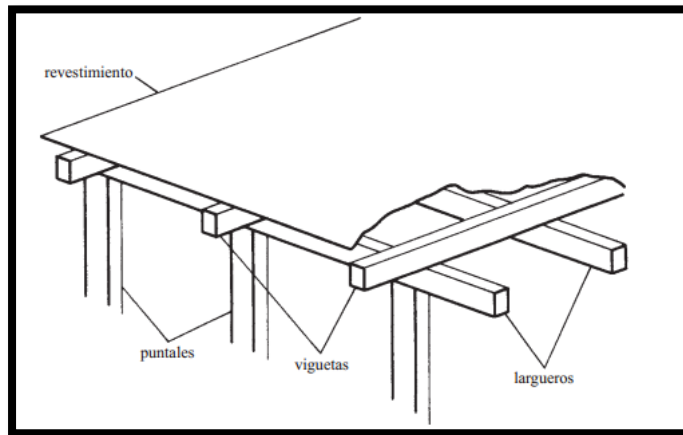


Imagen 3.18: Detalle de encofrado para losas de entrepiso (Fuente: McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). "Diseño de Concreto Reforzado", Capítulo 20, Sección 20.7, Figura 20.1)



Imagen 3.19: Encofrados para vigas (Fuente: <http://www.cuevadelcivil.com/2015/10/construccion-de-vigas-de-hormigon-armado.html>)

3.3.4.11 Colocación del concreto, Concreto premezclado

Antes de colocar cualquier concreto se debe verificar que se le realicen las pruebas pertinentes de revenimiento como lo

establece la ASTM C143 y verificar que este posea la trabajabilidad adecuada y sugerida. (Ver imagen 3.20).

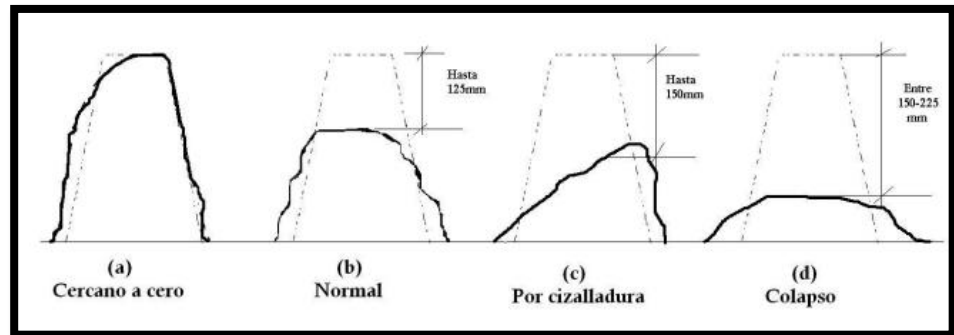


Imagen 3.20: Formas que adopta la mezcla en la prueba de revenimiento
(Fuente: <http://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/quiasLab/ensayoConcretoFresco/REVENIMIENTO.pdf>, fig. 2.).

Revenimiento cercano a cero: Puede ser el resultado del concreto que tiene todos los requisitos de trabajabilidad, pero con poco contenido de agua.

Revenimiento normal: Se trata de concreto con buena o excelente trabajabilidad. El revenimiento usado para concreto estructural se sitúa entre 2 y 7 pulgadas (50 mm y 175 mm).

a. Revenimiento por cizalladura o cortante: Indica que el concreto carece de plasticidad y cohesión.

b. Colapso en el revenimiento: Indica un concreto obtenido con concretos pobres.

3.3.4.12 Transporte del concreto

Se debe verificar que durante el transporte del concreto no se de segregación de los agregados.

3.3.4.13 Colocación y vaciado del concreto.

En un colado deberá verificar que este se efectúe en elementos estructurales como vigas, columnas, losas, muros, cimentaciones, etc. en forma continua y sin interrupciones, y que las juntas de colado previamente fijadas hayan sido aprobadas por el Supervisor. Para evitar la segregación del concreto durante la colocación del concreto, se debe verificar que el colado se ejecute tal como se muestra en las imágenes 3.21 y 3.22, respectivamente.

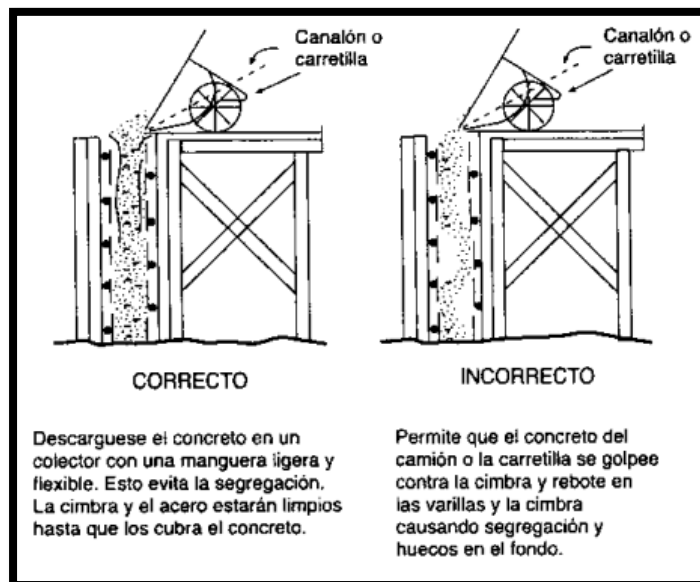


Imagen 3.21: Colado correcto he incorrecto en elementos verticales (Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), México (1999). Manual para supervisar obras de concreto, ACI 311-99, Fig. 9.4(a))

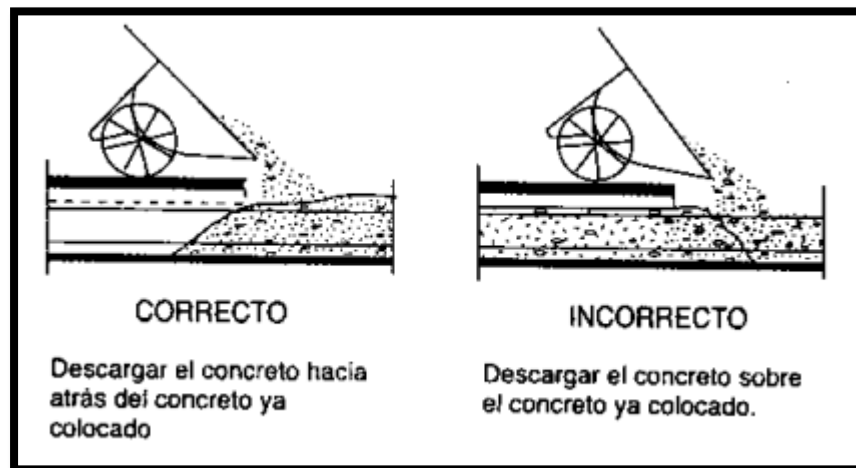


Imagen 3.22: Colado correcto he incorrecto en elementos horizontales (Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), México (1999). Manual para supervisar obras de concreto, ACI 311-99, Fig. 9.5(f))

3.3.4.14 Vibrado del concreto.

Verificar que los vibradores estén en óptimas condiciones, para concretos de peso normal se usarán vibradores de 3600 r.p.m. mínimo y para concretos ligeros de frecuencia será de 7200 r.p.m., siendo en ambos casos frecuencia operando bajo carga.

3.3.4.15 Aspecto del concreto.

Se debe verificar que el concreto presente un aspecto homogéneo. Se desechará todo el concreto en el que haya quedado visible el refuerzo o que presente defectos objetables de colado a juicio del supervisor y este aprobará el tipo de resane que se aplicará o las medidas a realizar.

3.3.4.16 Resanes del concreto.

Se verificará y aprobará el resane siempre y cuando se cumpla con los siguiente.

Quitar todo el volumen defectuoso del concreto, escarificar la superficie por resanar, cepillar dicha superficie hasta eliminar de polvo, agregados y elementos sueltos para luego colocar el aditivo aprobado en el caso de que se necesite unir concreto “viejo” con concreto recién elaborado.

3.3.4.17 Criterios estructurales y detallados del acero.⁷⁰

Para la recepción de una estructura se deben tomar en cuenta algunos criterios estructurales los cuales son:

- a.** La estructura debe ser económica, confiable y responder a las condiciones que sirvieron de base para su análisis y diseño.
- b.** El sistema estructural elegido debe ser congruente con el tipo de suelo y zona sísmica.

⁷⁰ Arq. García González, Rodolfo J., Colegio de Ingenieros Arquitectos del Estado de Hidalgo, México, (2014). Seguridad Estructural en las edificaciones: “Criterios de estructuración de edificios”

3.3.4.18 Revisión de planos de taller.

Antes de construir un elemento estructural los planos de taller deberán de ser revisados y aprobados para ejecutar la actividad que se detalla en dichos planos.

En los planos de taller se deben de revisar los detalles de los elementos estructurales conforme a los planos estructurales, cantidad y diámetros de varillas, recubrimiento, espesor del elemento, separaciones, conexiones, ganchos, dobleces, traslapes, además de la cantidad de material necesario para su elaboración.

Los planos de taller deben contener como mínimo la información mostrada en la tabla 3.19. (Aunque existen otros formatos).

Esquema	Nombre	φ	Forma	Lecho	Longitud (m)	Cantidad	Longitud total (m)
Tabla de Detalles.							
Propietario		Proyecto		Contenido		Dibujo:	
Presenta		Supervisión:		Plano de Taller		Fecha:	
						Hoja:	

Tabla 3.19: Contenido mínimo para un plano de taller.

Para ver en mayor detalle la elaboración de los planos de taller revisar los anexos 3.3 al 3.7⁷¹.

3.3.4.19 Elementos estructurales de concreto

El supervisor debe verificar que se lleven a cabo los procedimientos constructivos adecuados y así detectar posibles fallas que se den al momento de su fabricación y/o montaje.

Para el proceso de fabricación y posterior aprobación por parte de la supervisión, los elementos estructurales deben cumplir con lo que se ha indicado en los apartados posteriores en esta metodología en lo concerniente al armado del acero de refuerzo, encofrado, colado del concreto (evitando la segregación), vibrado del concreto, curado del concreto y desencofrado, para posteriormente realizar una inspección visual por parte del supervisor, en donde se asegura que el concreto no presente fallas como colmenas, refuerzo expuesto, o se tengan que realizar resanes al concreto, con el objetivo de garantizar que los elementos estructurales soportarán las cargas para las que fueron diseñados.

⁷¹ Dr. Hernández Flores, Héctor David, Ing. Herrera Coello, Fredy, Ing. Argueta, Erick Armando, Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), El Salvador, (1998). "Planos de taller del acero en estructuras de concreto reforzado, por computadora", Págs. 53 - 86.

3.3.4.20 Cimentaciones

En las cimentaciones se deben verificar los anchos y profundidades de desplante sean los indicados en los planos estructurales y planos de taller, y que se cumpla con lo indicado en el estudio de suelos para la compactación del material sobre el que descansará la cimentación.

En el caso de la separación del acero de refuerzo en las cimentaciones debe de cumplir que la distancia libre mínima entre las varillas paralelas de una capa debe ser al menos el mayor entre **25 mm**, **db**, y **(4/3) d_{agg}**.

Para el encofrado de las cimentaciones, la misma excavación puede servir como encofrado, pero en el caso de no ser así, se necesitará colocar el encofrado necesario (madera o metal), tal como se aprecia en la imagen 3.21, verificando que se tenga el recubrimiento indicado en la tabla 3.1.

Para evitar que el acero de refuerzo en el lecho inferior de la cimentación este en contacto directo con el suelo, se deben colocar dados (cubos de mortero) elaborados de mortero en la parte inferior.



Imagen 3.23: Encofrado en cimentaciones (Fuente: <http://www.civilexcel.com/2012/06/disenio-de-zapata-aislada.html>).

3.3.4.21 Columnas de concreto

El supervisor tiene que verificar el acero (estribos, ganchos y acero longitudinal), recubrimientos, ganchos, grapas, separaciones del acero y cerciorarse de que estos estén bien elaborados y colocados a la distancia indicada en los planos estructurales y planos de taller aprobados,

En los planos de taller deben de verificar que se cumpla siempre y cuando cumpla con lo siguiente:⁷²

- a.** El porcentaje del acero longitudinal no debe ser menor que 1% del área transversal total de una columna;

⁷² McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”, Capítulo 9, Sección 9.5, Página 264.

- b.** El porcentaje máximo de acero no debe ser mayor que 8% del área transversal total de la columna;
- c.** El número mínimo de varillas longitudinales permisibles en miembros a compresión es como sigue: 4 para varillas con estribos rectangulares o circulares, 3 para varillas dentro de estribos triangulares y 6 para varillas rodeadas por espirales;
- d.** Cuando se usan columnas con estribos, éstos no deberán ser menores al #3, siempre que las varillas longitudinales sean del #10 o menores. El tamaño mínimo es el #4 para varillas longitudinales mayores que el #10 y para varillas en paquetes;
- e.** La separación centro a centro de los estribos no deberá ser mayor que 16 veces el diámetro de las varillas longitudinales, 48 veces el diámetro de los estribos, ni que la menor dimensión lateral de la columna;

En cuanto a los estribos en zonas no confinadas para las columnas, la separación deberá de ser lo que indica la tabla 3.20. a continuación:

V_s	Separación máxima, mm		
		Columna no preesforzada	Columna preesforzada
$\leq 0.33 \sqrt{f'c} b_w d$	El menor de:	d/2	3h/4
		600	
$> 0.33 \sqrt{f'c} b_w d$	El menor de:	d/4	3h/8
		300	

Tabla 3.20: Separación máxima de estribos de columnas en zonas no confinadas (ACI 318-14, Capítulo 10, Sección 10.7.6.5, Tabla 10.7.6.5.2)

Mientras que el espaciamiento del acero de refuerzo en la Zona Confinada de la columna, el espaciamiento s_0 no debe exceder el menor de los siguientes:

- a.** 8 veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
- b.** 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.
- c.** La mitad de la menor dimensión de la sección transversal de la columna.
- d.** 300 mm.

Además de estos espaciamientos, se debe revisar que el primer estribo en la zona de confinamiento tiene que estar situado a no más de $s_0/2$ de la cara del nudo (ver imagen 3.4), tal y como se mencionó en el apartado 3.3.1.1 en la sección de refuerzo transversal para columnas de esta investigación.

Para el detallado típico para estribos en columnas cuadradas y circulares debe de ser tal como se indica en la imagen 3.24.

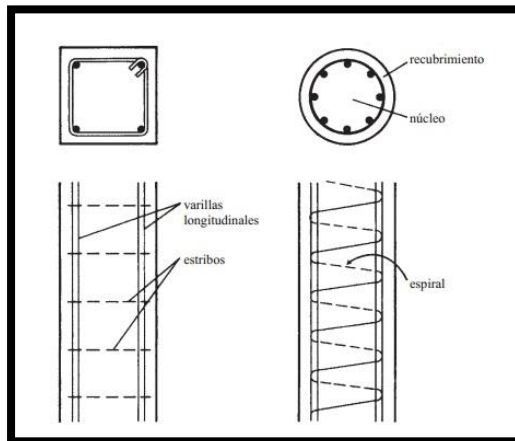


Imagen 3.24: Detalle de refuerzo en columnas rectangulares y circulares (McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”, Capítulo 9, Sección 9.2, Figura 9.2 (a) y (b)).

Luego de la revisión del armado, tanto para acero longitudinal y transversal mencionados anteriormente, se prosigue a la revisión y posterior aprobación del encofrado para columnas de acuerdo a lo indicado en los planos de taller previamente aprobados, el armado del encofrado es como se muestra en la imagen 3.25.



Imagen 3.25: Proceso de revisión del encofrado de una columna.

Una vez realizados y aprobados los procesos anteriores se continua con el colado del concreto, curado y desencofrado siguiendo lo indicado en la sección 3.3.4.10 o lo que se indique en las Especificaciones Técnicas (imagen 3.24).



Imagen 3.26: Proceso de colado de una columna.

Por último, se le realiza una inspección visual al elemento con el objetivo que dicho elemento estructural no posea fallas como colmenas, acero de refuerzo expuesto o se tenga que realizar resanes al elemento, además se verifica que el elemento estructural (columna) tenga las dimensiones indicadas tanto en los

planos estructurales y planos de taller previamente aprobados; aprobando y entregando así el elemento estructural.

3.3.4.22 Muros de concreto reforzado

Para el caso de los muros de concreto reforzado, se revisará conforme a los planos de taller con los datos como recubrimientos mínimos del acero, resistencias, calidad de los materiales de construcción, encofrado, colado, curado y desencofrado del mismo, pero también se deben de cumplir con los siguientes aspectos para que el elemento estructural sea aprobado por el supervisor:⁷³

- a.** El espesor de los muros no debe ser menor que $1/25$ de la altura o longitud soportadas, rigiendo el menor valor, ni menor que 25 cm.
- b.** El espesor de los muros exteriores de sótanos y muros de cimentación no debe ser menor que 19 cm.
- c.** La longitud horizontal de un muro que puede considerarse efectiva para cada carga concentrada, no debe exceder al menor de la distancia centro a centro entre cargas o del ancho de apoyo más cuatro veces el espesor del muro.

⁷³ McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). "Diseño de Concreto Reforzado", Capítulo 18, Sección 18.3, Página 541.

d. Los muros de carga deben anclarse a los elementos que los intersectan, como los pisos o techos, o deben anclarse a columnas, pilas, zapatas, contrafuertes y muros intersectantes.

Además de los requisitos mencionados anteriormente, en la siguiente tabla (ver tabla 3.20) se muestran los espesores mínimos que deben tener los muros de concreto reforzado para los casos de muros de carga, no portantes y para muros exteriores y muros de cimentaciones, de acuerdo a lo establecido en la sección 11.3 del Reglamento ACI 318 – 14.

Tipo de muro	Espesor mínimo del muro, h	
De carga	El mayor de:	100 mm
		1/25 de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas
No portante	El mayor de:	100 mm
		1/30 de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas
Exteriores de sótanos y cimentaciones	190 mm	

Tabla 3.21: Espesor mínimo del muro, h (ACI 318-14, Capítulo 11, Sección 11.3, Tabla 11.3.1.1)

Una vez comprobados estos aspectos mencionados anteriormente, se procede a la recepción o no del elemento estructural.

3.3.4.23 Vigas de concreto⁷⁴.

El supervisor verificará que el acero de refuerzo este colocado según lo indicado en los planos estructurales y conforma a planos de taller aprobados, siempre y cuando se cumpla con lo indicado en la separación de los estribos en las zonas no confinadas y zonas confinadas.

En zonas no confinadas el acero transversal se coloca tan cerca de las superficies de tracción y compresión del miembro como lo permita el recubrimiento y la proximidad de otros elementos de refuerzos y deben desarrollarse en ambos extremos, se debe de cumplir con lo indicado en la tabla 3.22.

V_s	s máximo, mm		
		Viga no preesforzada	Viga preesforzada
$\leq 0.33 \sqrt{f'c} b_w d$	El menor de:	d/2	3h/4
		600	
$> 0.33 \sqrt{f'c} b_w d$	El menor de:	d/4	3h/8
		300	

Tabla 3.22: Espaciamiento máximo para el refuerzo de vigas en zonas no confinadas (ACI 318-14, Capítulo 10, Sección 9.7.6.2, Tabla 9.7.6.2.2)

⁷⁴ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 25, Sección 25.7.1.

En cuanto al espaciamiento para los estribos en Zonas Confinadas no deberá exceder el menor de:

- a.** $d/4$;
- b.** Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro;
- c.** 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento;
- d.** 300 mm.

Además, el primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm de la cara del miembro de apoyo, siguiendo lo indicado en la sección 3.3.1.1 en la sección de refuerzo transversal para vigas de esta investigación.

Se debe revisar también que para el acero de refuerzo longitudinal se cuente con una separación de mínima entre varillas paralelas de una capa debe ser al menos el mayor entre **25 mm, db, y $(4/3)d_{agg}$** .

Una vez aprobado el armado del acero por parte del supervisor, se realiza la revisión del encofrado de acuerdo a lo indicado en la sección 3.3.4.10 para los encofrados. En la imagen 3.27, se muestra el proceso mencionado anteriormente para el armado y encofrado de vigas de concreto reforzado.



Imagen 3.27: Proceso de fabricación de una viga.

Una vez realizados y aprobados los procesos anteriores se continua con el colado del concreto, curado y desencofrado, por último, se le realiza una inspección visual al elemento con el objetivo que dicho elemento estructural no posea fallas como colmenas, acero de refuerzo expuesto o se tenga que realizar resanes al elemento, además se verifica que el elemento estructural (viga) tenga las dimensiones indicadas tanto en los planos estructurales y planos de taller previamente aprobados; aprobando y entregando así el elemento estructural.

3.3.4.24 Losas de concreto⁷⁵

Verificar que el tipo de concreto para losas, su refuerzo, dimensiones sean los indicados en los planos estructurales y planos de taller, además se deben de verificar los detalles del colado.

Debido a que existen diferentes tipos de losas (Losa densa en una dirección, Losa densa en dos direcciones, Losa nervada), además, de lo mencionado anteriormente se deben de realizar diferentes clases de inspecciones a las losas de acuerdo al tipo de la misma.

Losa densa en una dirección:

Antes de realizar el armado de la losa, se debe inspeccionar mediante los planos estructurales y planos de taller aprobados, que el elemento tenga el espesor mínimo, de acuerdo a la tabla 3.23.

Condición de apoyo	h mínimo
Simplemente apoyada	l/20
Un extremo continuo	l/24
Ambos extremos continuos	l/28
En voladizo	l/20

Tabla 3.23: Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzados (ACI 318-14, Capítulo 7, Sección 7.3.1.1, Tabla 7.3.1.1)

⁷⁵ Arq. Rodríguez Montaña, Felipe, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (2004). Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos, Pág. 44.

Luego se realiza una revisión del armado del acero, en donde el acero de refuerzo debe de tener una separación que debe ser el menor entre **3h y 450 mm.**⁷⁶

Mientras que para el acero por temperatura y retracción no debe exceder el menor de **5h y 450 mm.**⁷⁷

Una vez que se haya revisado y aprobado el armado del acero, se procede a la colocación del encofrado, el cual estará sostenido a través de puntales metálicos (ver imagen 3.26) según planos de diseño de encofrados para losas que sostendrán tanto al encofrado como a la estructura y personal que trabaje sobre ella.

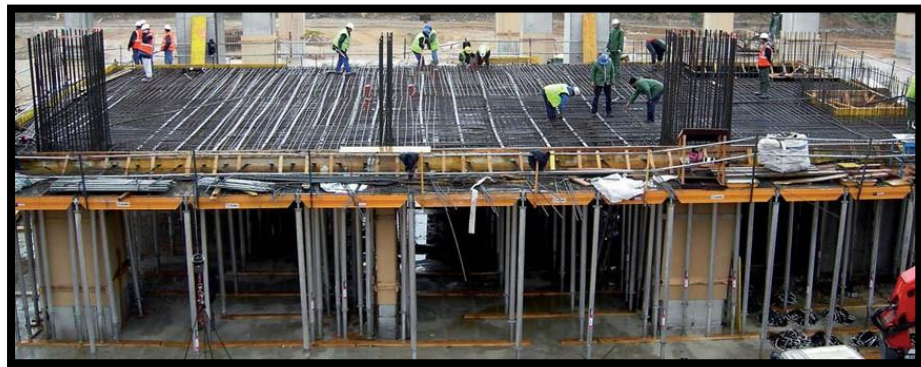


Imagen 3.28: Puntales metálicos sosteniendo losas de concreto (Fuente: <http://ingenieriaobras.blogspot.com/2016/01/hoja-excel-para-encofrado-de-losa-maciza.html>).

⁷⁶ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)”, Capítulo 7, Sección 7.7.2.3.

⁷⁷ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)”, Capítulo 24, Sección 24.4.3.3.

Luego se realiza el colado del concreto siguiendo las indicaciones en el apartado 3.3.4.13 para la colocación del concreto, se realiza el curado correspondiente a la losa densa, y por último el desencofrado.

Una vez realizados estos procesos, se revisa que el elemento tenga las dimensiones indicados en los planos estructurales y planos de taller, además de una revisión del estado de la estructura. Una vez aprobada la estructura se entrega el elemento estructural.

Losa densa en dos direcciones

Para las losas densas en dos direcciones, antes de realizar el armado de la losa, se debe inspeccionar mediante los planos estructurales y planos de taller aprobados, que el elemento tenga el espesor mínimo, de acuerdo a las tablas 3.24 y 3.25.

fy (Kg/cm ²)	Sin ábacos			Con ábacos		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde		Sin vigas de borde	Con vigas de borde	
2800	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
4200	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
5200	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

Tabla 3.24: Espesor mínimo de losas no preesforzadas en dos direcciones sin vigas interiores (ACI 318-14, Capítulo 8, Sección 8.3.1.1, Tabla 8.3.1.1)

a_{fm}	Espesor mínimo h, mm	
$a_{fm} \leq 0.2$	Se aplica la tabla 3.22	
$0.2 < a_{fm} \leq 0.2$	Mayor de:	$h = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(a_{fm} - 0.2)}$
		125
$a_{fm} > 0.2$	Mayor de:	$h = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$
		90

Tabla 3.25: Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados ((ACI 318-14, Capítulo 8, Sección 8.3.1.2, Tabla 8.3.1.2)

Luego se realiza una revisión del armado del acero, en donde el acero de refuerzo debe de tener una separación que debe ser el menor entre **3h y 450 mm.**⁷⁸

Mientras que para el acero por temperatura y retracción no debe exceder el menor de **5h y 450 mm.**⁷⁹

Luego se realiza el colado del concreto siguiendo las indicaciones en el apartado 3.3.4.13 para la colocación del concreto, se realiza el curado correspondiente a la losa densa, y por último el desencofrado.

Una vez realizados estos procesos, se revisa que el elemento tenga las dimensiones indicados en los planos estructurales y planos de taller, además de una revisión del estado de la

⁷⁸ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 7, Sección 7.7.2.3.

⁷⁹ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318 - 14)", Capítulo 24, Sección 24.4.3.3.

estructura. Una vez aprobada la estructura se entrega el elemento estructural.

Losas nervadas

En el caso de las losas nervadas, se debe revisar que en los planos estructurales se indiquen las dimensiones del elemento y que estos datos correspondan a los brindados por el fabricante de las losas nervadas.

Se debe revisar que el fabricante brinde la información suficiente sobre los elementos que componen el elemento estructural, además de las indicaciones del armado recomendado a colocar de acuerdo a las cargas y dimensiones del mismo. Los datos que debe brindar el fabricante, son:

- a.** Dimensiones de elementos que componen la estructura;
- b.** Categoría o tipo de losa nervada
- c.** Materiales utilizados en sus componentes;
- d.** Detalles constructivos;
- e.** Cargas soportadas según la categoría de la losa nervada;
- f.** Procedimiento constructivo recomendado por el fabricante, para la colocación de los materiales como el armado del acero de refuerzo, colado del concreto, colocación de elementos como ductos, curado, etc.;

Una vez que se ha verificado que se tiene esa información se procede a la construcción de la losa de acuerdo a lo indicado por el fabricante y siguiendo las recomendaciones del diseño estructural.

Una vez realizados estos procesos, se revisa que el elemento tenga las dimensiones indicados en los planos estructurales y planos de taller, además de una revisión del estado de la estructura. Una vez aprobada la estructura se procede a la recepción del elemento estructural.

3.3.4.25 Revisión de juntas en el concreto⁸⁰

El Supervisor, deberá de revisar que las juntas de construcción, cumplan lo indicado a continuación:

- a.** Las juntas de construcción deben limpiarse y deben estar libres de lechada antes de colocar el concreto nuevo;
- b.** Las superficies de las juntas de construcción deben hacerse intencionalmente rugosa cuando se especifique;
- c.** Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación, deben mojarse todas las juntas de construcción y eliminarse el agua empozada

⁸⁰ American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)", Capítulo 26, Sección 26.5.6.2 (d), (e) y (f).

3.3.4.26 Supervisión de los techos de las edificaciones.

Se deberá verificar que la altura y la verticalidad de los elementos sobre el que descansa la estructura de techo que pueden ser vigas, columnas o muros, sea lo que indique los planos estructurales y planos de taller aprobados (ver imagen 3.29).

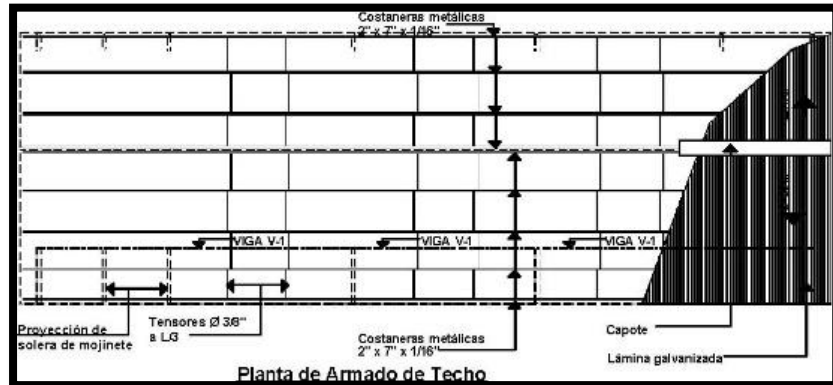


Imagen 3.29: Planta de armado de techos.

El sistema de fijación de la estructura de techos será en base a lo indicado en los planos estructurales y de taller. Además, debe estar previsto y preparado para el momento de la instalación o armado del techo; para el caso de las losas, el anclaje de los techos es a través de las soleras y vigas que se deben armar y fundir en forma monolítica con la losa, dicho sistema de fijación es como se muestra a continuación (ver imagen 3.30).

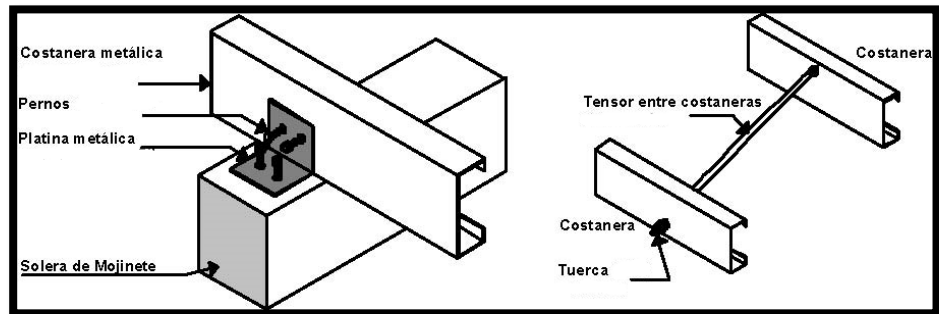


Imagen 3.30: Sistema de fijación para techos metálicos (Fuente: <http://e.se-todo.com/doc/1565/index.html?page=5>).

Las uniones y empalmes de los elementos de las estructuras de techos, que cumplan con las longitudes especificadas y el número de clavos o pernos de fijación y placas, según se indique en los planos estructurales y planos de taller, tal como se puede ver en la imagen 3.31.

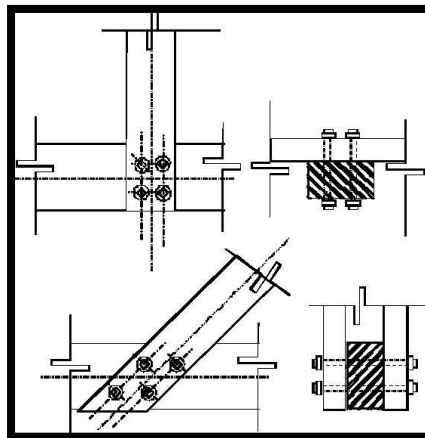


Imagen 3.31: Estructura de fijación en techos de madera (Fuente: <http://e.se-todo.com/doc/1565/index.html?page=5>).

3.3.5 Fase 5. Finalización y entrega de la obra

En esta fase, la supervisión procede a la recepción inicial luego de finalizado todo el proceso constructivo y para ello hay que verificar que todo se haya cumplido conforme a planos de taller aprobados y con lo establecido en los documentos contractuales, además se deben de verificar que las estimaciones realizadas en toda la ejecución de la obra correspondan a todo lo que se ejecutó, en caso de existir diferencias se deberán de realizar las correcciones necesarias.

En caso de surgir algún problema en los elementos estructurales de la obra en los resultados de laboratorio de los mismos, se procede a realizar ensayos en elementos estructurales viejos.

3.3.5.1 Limpieza del concreto.

Cuando la superficie visible del concreto especificado, quede manchada y porosa, será obligatorio llevar a cabo, por cuenta del contratista su limpieza.

Solventado todos estos problemas y obtenidos los resultados de manera satisfactoria se procede a la recepción final la cual consiste en liquidar y dar por finalizada la labor de todo el personal profesional que fue contratado para la ejecución de dicha obra.

Capítulo 4: Aplicación Metodológica para la Supervisión Estructural de viviendas en altura de tres niveles.

4.1 Introducción

La metodología descrita en el capítulo 3 consta de 5 fases las cuales contienen una serie de procesos, en donde se verificarán que cada una de ellas se cumplan de manera correcta a fin de garantizar una buena obra haya sido el adecuado, desde la revisión de documentos contractuales y presupuestales, evaluando los procesos constructivos hasta la finalización y entrega de la obra.

Esta metodología se aplicará en este capítulo mediante la selección de un proyecto de la construcción de una edificación de vivienda en altura, recopilando la información de documentos contractuales, especificaciones técnicas y planos estructurales con apoyo de los reglamentos de construcción y normas de diseño y construcción.

En el desarrollo de la aplicación se hizo una revisión de los planos estructurales, así como las Especificaciones Técnicas del proyecto que es un procedimiento de la fase 1. Continuando con la verificación de cada uno de los procesos descritos en cada fase como el control de calidad de los materiales y equipos empleados en la obra, siguiendo con la verificación de los procesos constructivos para terracerías y la fabricación de los elementos estructurales, para finalizar con la entrega de la obra.

Para cada una de las fases se hace una tabla resumen de cada uno de los procesos que se cumplieron y las que no fueron cumplidas justificando el motivo.

4.2 Generalidades

La metodología para la supervisión estructural de una obra de construcción se tomará un proyecto que ya fue ejecutado el cual consta de cuatro plantas es decir tres niveles para ellos se llevara a cabo la revisión de las especificaciones técnicas del proyecto y de los planos estructurales usados en dicho proyecto, verificando que se cuente con la información necesaria en dichos documentos como lo siguiente:

- a.** Especificaciones técnicas del proyecto.
- b.** Documentos contractuales del proyecto.
- c.** Reglamentos y Normas Técnicas de diseño y construcción aplicadas en El Salvador.
- d.** Estudios de suelos y pruebas de laboratorio a los materiales de construcción del proyecto.
- e.** Planos estructurales del proyecto.

4.2.1 Especificaciones técnicas del proyecto.

En las Especificaciones técnicas del proyecto se indicaron aspectos como, descripción general del proyecto, requisitos para la construcción, documentos contractuales, un plan de control de calidad y Especificaciones Técnicas, así como también la programación de las actividades a realizarse.

4.2.2 Criterios de diseño

Se contó con información importante respecto al diseño estructural de la obra, indicando así el nombre y año de la publicación del reglamento

empleado en el diseño, cargas utilizadas en el diseño, tales como cargas gravitacionales y laterales, cargas muertas, cargas vivas, método de diseño, factor de carga, resistencias de los materiales, recubrimientos del acero, factores de amplificación, factores de reducción, estudios de suelos, capacidad de carga del terreno donde se ejecutara la obra, tipo de estructura y resistencia de los concretos establecidas en las Normas ASTM C1157 “Especificación Normalizada de Desempeño para Cemento Hidráulico” y ASTM C33 “Especificación Normalizada para Agregados para Concreto”.

4.2.3 Información sobre los miembros estructurales

Se revisó la información respecto a dimensiones geométricas de los elementos estructurales, tolerancias, ganchos, empalmes del acero de refuerzo, traslapes, longitudes de desarrollo y localización de cada miembro estructural de la obra.

4.2.4 Requisitos sobre materiales de construcción

Se contó con la información necesaria respecto a los materiales que se emplearon en la construcción de la obra, indicándose para esto las Normas ASTM que los materiales de construcción cumplieron para ser empleados en la obra de construcción, tal como se indica en la fase 4 del capítulo 3.

4.2.5 Notas generales en planos

Se revisó la información detallada en los planos estructurales que indicaron aspectos generales del proyecto, características de los materiales de construcción como concreto y/o acero de refuerzo, tolerancias en los concretos, recubrimientos, estructuras metálicas si existieran, restituciones de suelos, etc.

4.2.6 Planos estructurales completos

Se verifico que los planos estructurales que se usaron en la obra estén aprobados y sellados, a la vez que cuenten con toda la información necesaria de cada elemento estructural del proyecto, es decir que cada elemento estructural tenga la información suficiente con respecto a dimensiones, recubrimiento, ubicación del elemento estructural, orientación, espaciamiento del acero de refuerzo tanto en acero longitudinal como transversal, anclajes, empalmes, longitudes de desarrollo, etc., para elementos como vigas, losas, paredes, zapata y soleras de fundación.

4.2.7 Estudio de suelos.

Se determinó el diseño de las cimentaciones y la capacidad de carga en el terreno en donde se construyó el proyecto en donde fueron necesarios ocho sondeos exploratorios con equipo de penetración estándar, según se establece en la norma ASTM D -1586 "Prueba de penetración estándar y muestreo de suelos con cuchara partida". (Ver anexo 4.1)

En el proceso de la supervisión estructural, se verificó que los materiales utilizados en la obra para la construcción de elementos de concreto o acero cuenten con el control de calidad adecuado, antes de que se elaboren, además se deben revisar aspectos como el armado del acero, empalmes, amarres, longitudes de desarrollo del acero, encofrados, el colado del concreto, desencofrados, etc.

4.3 Descripción del Proyecto

El proyecto de este estudio consiste en la construcción de un edificio de 3 niveles de altura, cada uno de las cuales mide aproximadamente 30.00 x 8.00 m. en planta y consta de cuatro apartamentos, cuyas medidas son de 7.50 x 8.00 m. tiene una altura hasta nivel de techo de 11.80m y un ancho total de 29.6 m.

Este edificio forma parte de un complejo habitacional ubicado en el municipio de Santa Tecla, Departamento de La Libertad, denominado “Complejo La Gran Manzana” y el edificio que se analiza en esta investigación es el que se ha denominado como Edificio “2”, en dicho complejo habitacional se planea la construcción de futuros edificios de viviendas en altura, ya que por el momento únicamente se tienen construidos dos edificios de viviendas en altura (ver imágenes 4.1 y 4.2 respectivamente).



Imagen 4.1: Fachada de Edificio "2", La Gran Manzana, Santa Tecla, El Salvador.



Imagen 4.2: Vista Lateral de Edificio "2", La Gran Manzana, Santa Tecla.

El terreno para este proyecto se encuentra ubicado en la Urbanización La Gran Manzana se localiza sobre la Carretera Panamericana km 11, entre 15^a y 17^a

Avenida Sur y entre 2ª y 4ª Calle Oriente de la ciudad de Santa Tecla, Departamento de La Libertad (ver imagen 4.3).

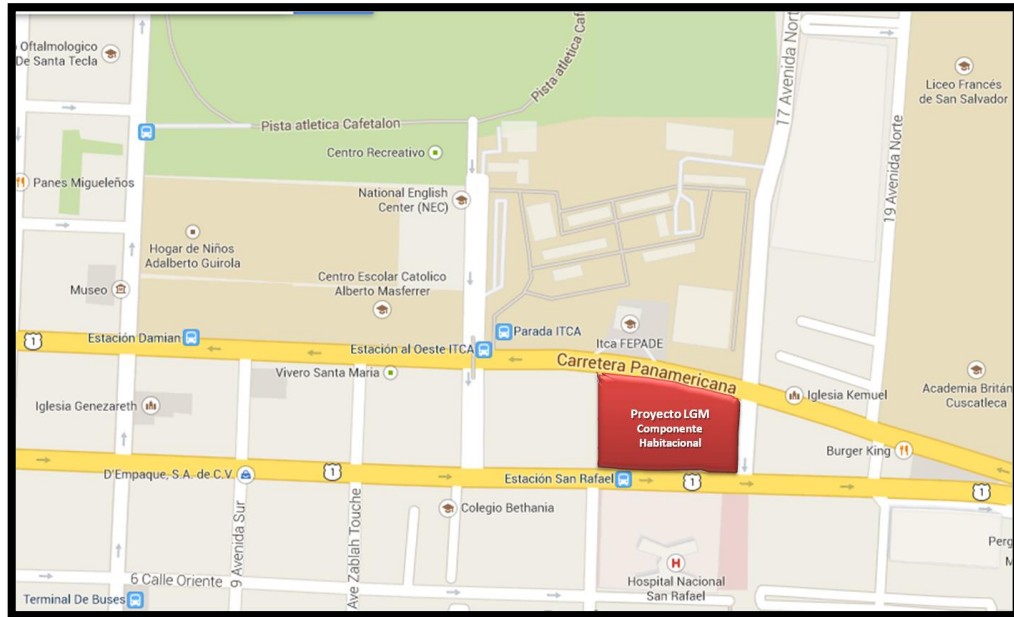


Imagen 4.3: Plano de Ubicación

La estructura principal es de concreto reforzado, las losas de entepiso son de tipo losa densa de 15 cm de espesor, las cimentaciones consisten en soleras de fundación para la estructura principal y zapata alargada para la zona de las escaleras (ver imagen 4.4), y una cubierta de techos de estructura metálica que soportará la cubierta metálica del tipo lámina metálica tipo zinc alum #26. Mientras que en las imágenes 4.5 a la 4.8 se observa la distribución arquitectónica del proyecto.

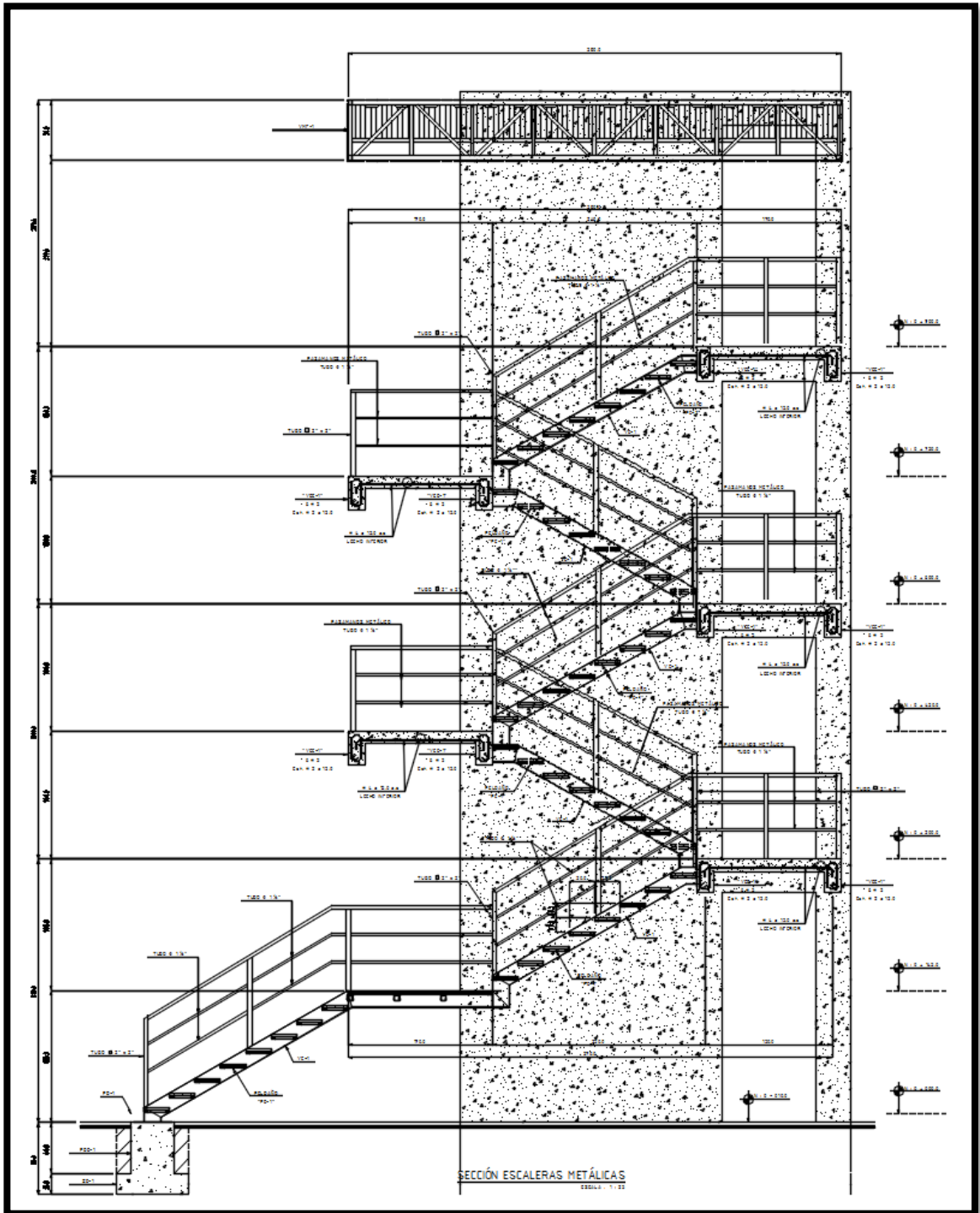


Imagen 4.4: Estructura de Escaleras

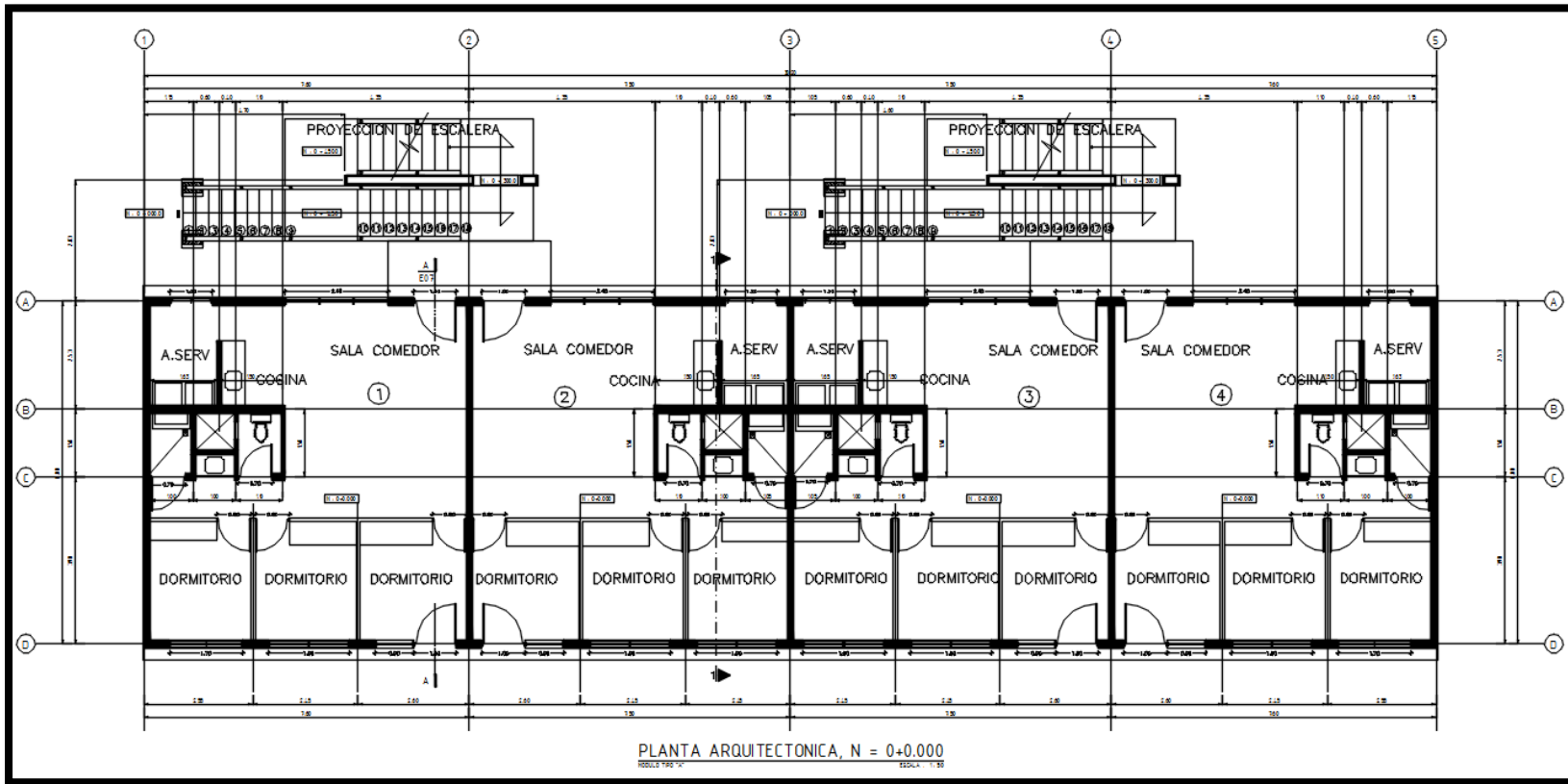


Imagen 4.5: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 0.000)

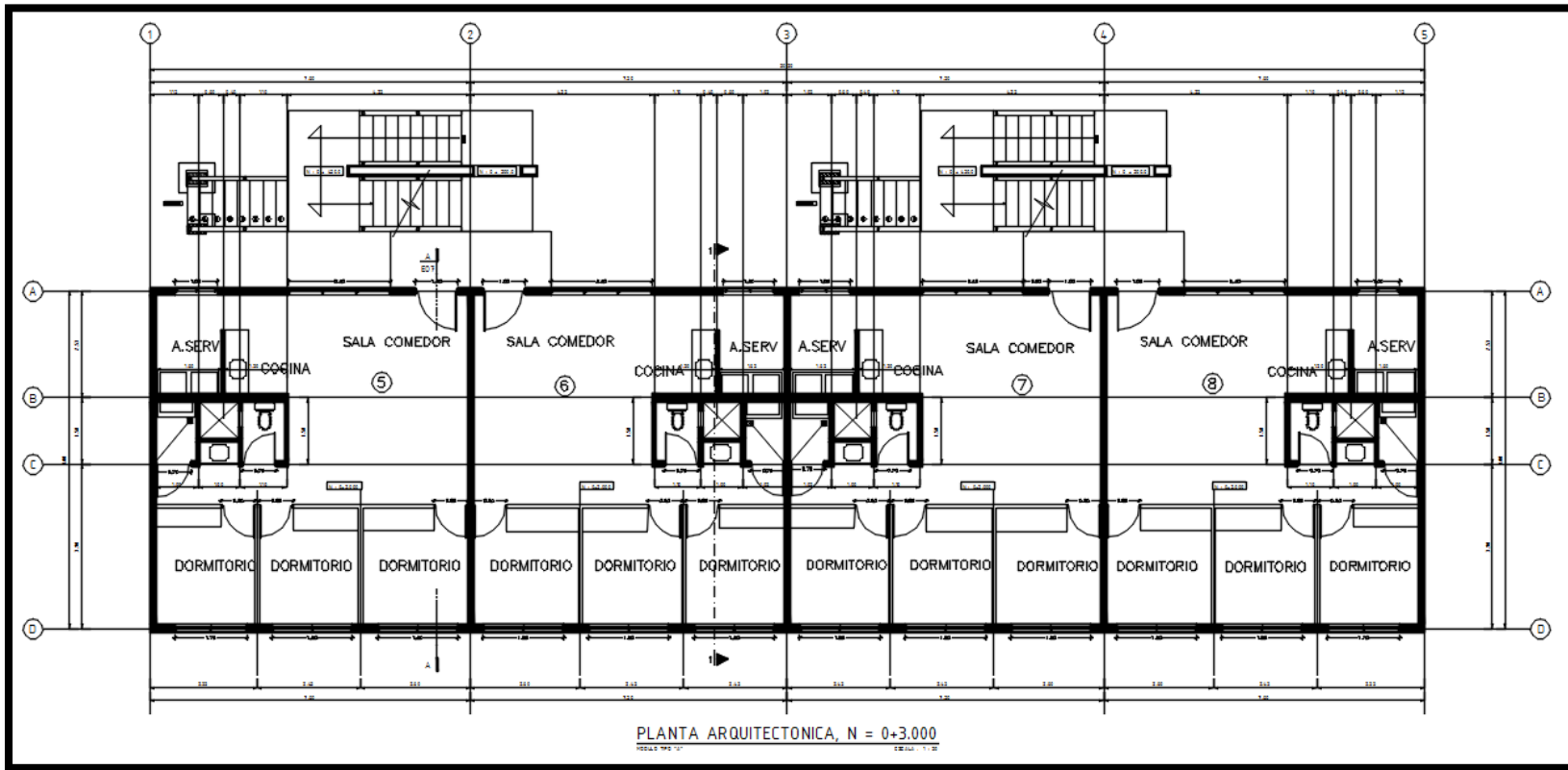


Imagen 4.6: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 3.000)

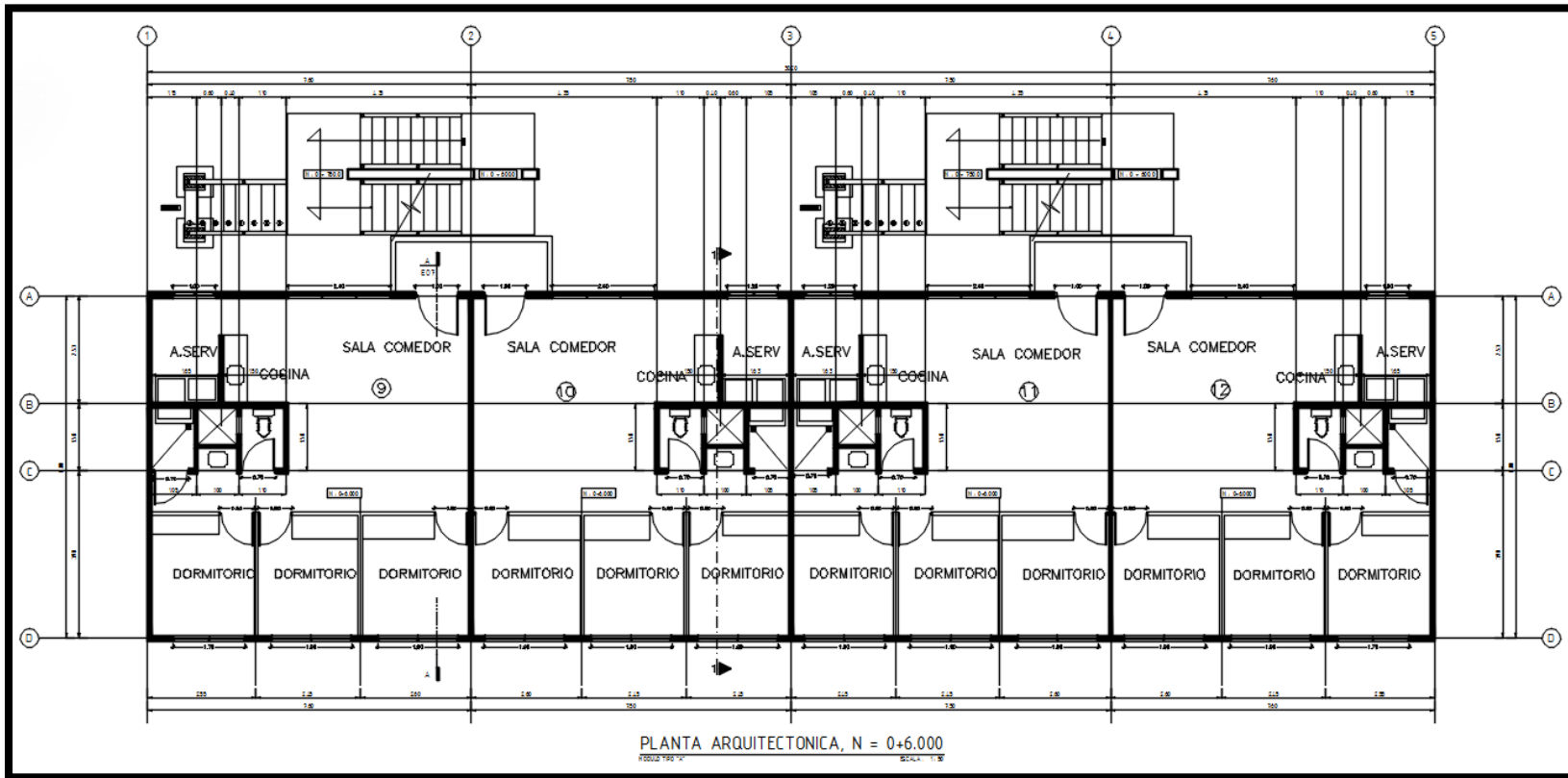


Imagen 4.7: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 6.000)

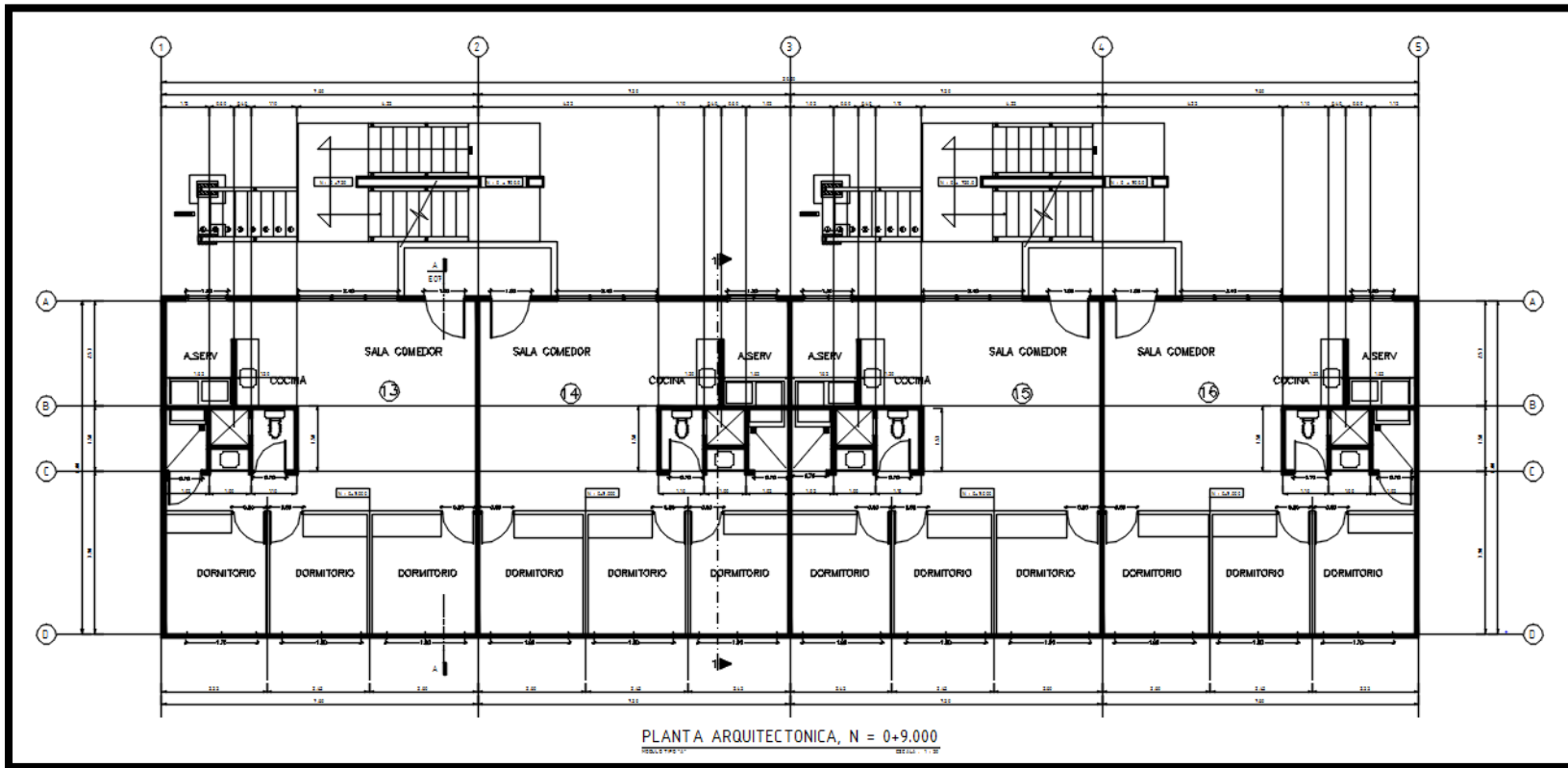


Imagen 4.8: Planta Arquitectónica (Elevación 0 + 9.000)

4.4 Metodología a emplear para la supervisión estructural

La metodología planteada cuenta con 5 fases, cada una con sus sub fases, se hará una aplicación a un proyecto de edificación habitacional de 3 niveles de altura, en donde se hará lo indicado a continuación en cada fase.

a. Fase 1

Se revisó de manera completa los documentos contractuales, Especificaciones Técnicas del proyecto, del juego de planos del proyecto y el estudio de suelos. (Ver capítulo 3)

b. Fase 2:

Se verificó en los documentos del proyecto las indicaciones a cerca de las funciones que tendrá la supervisión durante la ejecución de la obra, aclarado las limitantes que tendrá el supervisor. (Ver capítulo 3)

c. Fase 3:

Se verificó los procedimientos de nivelación y movimientos de tierra para la ejecución del proyecto. (Ver capítulo 3)

d. Fase 4:

Se revisó que los procesos constructivos de los elementos estructurales de concreto y/o metálicos estén elaborados de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, Normas Técnicas y Reglamentos empleados en el diseño del proyecto. (Ver capítulo 3)

e. Fase 5:

Se levantó un acta en donde se da por terminada la supervisión de la obra, indicando que se cumplió con lo establecido en el contrato de la supervisión para el proyecto. (Ver capítulo 3)

4.5 Aplicación de la metodología

Como se mencionó anteriormente, se aplicará la metodología fase por fase para revisar el proyecto seleccionado, indicando que aspectos se cumplen y cuales no de acuerdo a lo indicado en cada fase; a continuación, se hará la aplicación de la metodología mediante este proyecto.

4.5.1 Fase 1. Inicio de la construcción de la obra (Sección 3.3.1)

La fase 1 está compuesta de los siguientes sub fases de las cuales se revisarán cuales se aplicarán y cuales no en el proyecto seleccionado:

- Revisión de los documentos contractuales y presupuestales (Planos estructurales).
- Control presupuestal por parte de la supervisión.
- Reuniones de información general.
- Orden de inicio de la obra.

4.5.1.1 Revisión de los documentos contractuales (planos estructurales), (Sección 3.3.1.1).

Los siguientes aspectos se cumplen de acuerdo a lo establecido en la “Revisión de los documentos contractuales y presupuestales”

indicado en la fase 1 de la metodología presentada en el capítulo 3 (ver apartado 3.3.1.1):

a. Nombre y fecha de publicación del reglamento.

Se observó que en la hoja E01 contiene el recuadro de las “Notas Generales” del proyecto (ver anexo 4.4), se encuentran los nombres de los reglamentos y normas por los cuales los elementos de concreto son elaborados como la Norma ASTM C1157 “Especificación Normalizada de Desempeño para Cemento Hidráulico” para el cemento, ASTM C33 “Especificación Normalizada para Agregados para Concreto” para los agregados gruesos y finos, el acero debe de regirse según lo establecido en la Norma ASTM A615 “Especificación Normalizada para Barras de Acero al Carbono Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto” o ASTM A706 “Especificación Normalizada para Barras de Acero de Baja Aleación Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto” para el acero grado 60; por lo tanto, cumple con lo indicado en la metodología.

b. Resistencia especificada a la compresión del concreto a las edades o etapas de construcción establecidas.

En el apartado 7.2 “Composición del Concreto” de las “Especificaciones Técnicas” (ver anexo 4.2) indica que los

ensayos de ruptura para cilindros de concreto se harán a los 28 días y que dicha resistencia estará indicada en los planos estructurales, además se observa que en el anexo 4.2 indica los valores de resistencia a los 7 y 28 días para una resistencia de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, ver tabla 4.1.

Resultados de ensayo de compresión para especímenes de concreto bajo la Norma ASTM C39					
Elemento	Edad (Días)	Carga (Lbs)	$f'c$ (Kg/cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	
				7 Días	28 Días
Losa 2do Nivel	7	72500	210	184	282
	28	104500	210	-	268

Tabla 4.1: Resultados de ensayos de compresión para concreto bajo la Norma ASTM C39.

Es importante mencionar que en las notas estructurales (ver imagen 4.9), indica que la resistencia a la compresión del concreto no deberá de ser menor de 280 Kg/cm^2 , por lo tanto, cumple con lo indicado en la metodología.

c. Resistencia especificada o tipo de acero del refuerzo.

En las secciones 8.1 “Acero de refuerzo (Alcance)” y Sección 8.2 “Acero de refuerzo (Acero) de las Especificaciones Técnicas indica que el acero de refuerzo será de grado 60, además en el anexo 4.2 se indica el esfuerzo de fluencia del acero (f_y) obtenido en los ensayos de laboratorio; se sabe el que acero grado 60 tiene un $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$, se observa que

para el acero de 3/8" supera dicho esfuerzo y para 5/8" se aproxima a dicho valor (ver tabla 4.2).

Resultados de ensayo de tensión para especímenes de acero grado 60, bajo la Norma ASTM A370 - 97		
Diámetro	fy de diseño (Kg/cm²)	fy de ensayo (Kg/cm²)
3/8	4200	4804
5/8	4200	4161

Tabla 4.2: Resultados de ensayos de tensión de acero de refuerzo bajo la Norma ASTM A370 - 97.

Por lo tanto, cumple con lo indicado en la metodología. En la tabla 4.3, se tiene un resumen de las resistencias de diseño que cumplen los materiales que se emplean en el proyecto de análisis, además de las normas que estos cumplen de acuerdo a lo mencionado anteriormente.

Material	f'c (Kg/cm²)	fy (Kg/cm²)	Norma
Concreto	280	-	ASTM C1157, ASTM C33
Acero de refuerzo grado 60	-	4200	ASTM A615 ó A706
Perfiles de acero para techo grado 50	-	3515	ASTM A 572

Tabla 4.3: Resumen de las resistencias de diseño para materiales empleados en el proyecto.

d. Localización y longitud de los empalmes por traslape.

En la sección 8.6 a. “Traslapes y Conexiones Mecánicas (Traslapes)” y 8.6 b.1 “Traslapes y Conexiones Mecánicas (Empalmes)” de las Especificaciones Técnicas indica que los empalmes del acero de refuerzo serán los que se indiquen en los planos estructurales del proyecto, en la hoja E04 de los planos estructurales anexos a esta investigación (ver Anexo 4.4).

En la tabla 4.4, se muestran las longitudes de los anclajes y traslapes indicado en la hoja E03 de los planos estructurales anexos al documento que tendrá el acero de refuerzo según el diámetro de acero que se empleó en los diferentes elementos de concreto del proyecto.

Diámetro (pulg)	Anclaje (cm)	Traslape (cm)
1/4	10	45
3/8	15	45
1/2	20	60
5/8	25	75
3/4	35	95
7/8	40	110
1	50	125

Tabla 4.4: Longitud de Anclajes y Traslapes en acero de refuerzo

De acuerdo a lo establecido en la metodología, en la sección 3.3.1.1 en la tabla 3.9, se indica que los empalmes por traslape será el mayor de l_d y 300 mm, se observa que en la tabla 4.4 los empalmes por

traslape superan los 300 mm, por lo tanto, se cumple con lo indicado en la metodología.

El contenido de los planos estructurales del proyecto indica que los siguientes aspectos se cumplen de acuerdo a lo establecido en la “Revisión de los documentos contractuales y presupuestales” indicado en la fase 1 de la metodología presentada en el capítulo 3:

a. Notas generales del proyecto y especificaciones técnicas.

Se revisó que en la hoja E01 (ver anexo 4.4) se cuenta con el recuadro de las “Notas Generales” del proyecto. Dichas notas estructurales deben contener como mínimo información sobre las Normas y/o Reglamentos que deben cumplir los materiales empleados en el proyecto, como, por ejemplo:

- i.* Norma y/o Reglamento que deben de cumplir los elementos para la elaboración de concreto.
- ii.* Norma y/o Reglamento que debe de cumplir el acero de refuerzo.
- iii.* Norma y/o Reglamento para estructuras metálicas.
- iv.* Indicaciones para el tratamiento del suelo de las cimentaciones.

Tal como se muestra en las imágenes 4.9 y 4.10 contienen dicha información, por lo tanto, cumple con lo indicado en la metodología.

<p>GENERALES:</p> <p>LAS ACOTACIONES EN LAS PLANTAS SE MUESTRAN EN METROS Y EN LOS DETALLES SE MUESTRAN EN CENTÍMETROS, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA.</p> <p>CUALQUIER DISCREPANCIA ENTRE COTAS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTÓNICAS DEBERÁ SER CONSULTADA AL SUPERVISOR DEL PROYECTO.</p> <p>EL CONSTRUCTOR SERÁ RESPONSABLE POR LA VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE TODAS LAS DIMENSIONES CONTENIDAS EN ESTOS PLANOS.</p> <p>EL CONSTRUCTOR SERÁ RESPONSABLE POR LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRESENTADOS EN ESTOS PLANOS.</p> <p>CONCRETO:</p> <p>EL CONCRETO A UTILIZARSE EN ESTE PROYECTO SERÁ DE PESO VOLUMÉTRICO NORMAL, CON UN ESFUERZO MÍNIMO DE RUPTURA A LOS 28 DÍAS DE EDAD, f'c, DE 280 Kg/cm².</p> <p>EL CEMENTO PARA LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO SERÁ PORTLAND, TIPO GU, CUMPLIENDO CON LO ESPECIFICADO EN ASTM C1157.</p> <p>LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO DEBERÁN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS PARA GRANULOMETRÍA Y CALIDAD ESPECIFICADOS EN ASTM C33.</p> <p>EL CONSTRUCTOR SERÁ RESPONSABLE POR LA ADECUADA FABRICACIÓN DEL CONCRETO, ADEMÁS DE LOS PROCESOS CORRESPONDIENTES A ENCOFRADOS, COLADOS, CURADOS Y DESENCOFRADOS.</p> <p>ACERO DE REFUERZO:</p> <p>EL ACERO DE REFUERZO DEL # 2 SERÁ LISO Y TENDRÁ UN LÍMITE DE FLUENCIA, Fy, NO MENOR A 2,300 Kg/cm².</p> <p>EL ACERO DE REFUERZO DEL # 3 Y MAYORES SERÁ CORRUGADO, DEBENDO CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO EN ASTM A615 GRADO 60, O EN ASTM A706.</p>

Imagen 4.9: Notas Estructurales.

<p>RECUBRIMIENTOS:</p> <p>EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO, DEBERÁ PROTEGERSE UTILIZANDO LOS RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS INDICADOS A CONTINUACIÓN:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>RECUBRIMIENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LECHO INFERIOR DE FUNDACIONES</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>ELEMENTOS EN CONTACTO LATERAL O SUPERIOR CON EL SUELO</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>COLUMNAS Y VIGAS</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>PAREDES Y LOSAS</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>NERVIOS Y SOLERAS</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	ELEMENTO	RECUBRIMIENTO	LECHO INFERIOR DE FUNDACIONES	7.5	ELEMENTOS EN CONTACTO LATERAL O SUPERIOR CON EL SUELO	5.0	COLUMNAS Y VIGAS	4.0	PAREDES Y LOSAS	3.0	NERVIOS Y SOLERAS	2.5
ELEMENTO	RECUBRIMIENTO											
LECHO INFERIOR DE FUNDACIONES	7.5											
ELEMENTOS EN CONTACTO LATERAL O SUPERIOR CON EL SUELO	5.0											
COLUMNAS Y VIGAS	4.0											
PAREDES Y LOSAS	3.0											
NERVIOS Y SOLERAS	2.5											

Imagen 4.10: Tabla de Recubrimientos en elementos estructurales

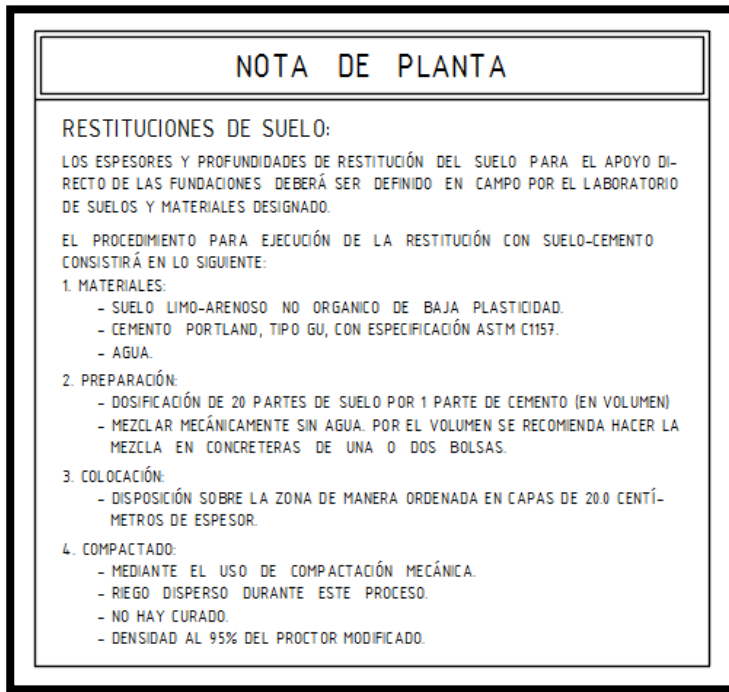


Imagen 4.11: Notas para restituciones de suelo.

b. Planos estructurales en planta de fundaciones, losas, vigas, techos.

Se revisó que en las hojas E01, E02, E03, E04 y E07 de los planos estructurales (ver anexo 4.4), se tengan los detalles sobre las plantas de fundaciones, tales como dimensiones transversales, longitudinales, además se revisó que se tenga información sobre la planta de techos indicando los materiales con los que fue elaborado el sistema estructural de techo, pernos, vigas metálicas, laminas metálicas, etc. secciones de vigas indicando sus dimensiones, recubrimientos, acero transversal, etc. (ver imagen 4.12), respectivamente; cumplió

con lo establecido en la metodología para la revisión de planos estructurales.

c. Detalles de los elementos estructurales como: zapatas, losas, vigas, columnas, etc.

Se revisó que en las hojas E03, E04 y E07 de los planos estructurales (ver anexo 4.4), se contó con la información sobre elementos estructurales como soleras de fundación, zapata corrida, secciones de vigas, secciones de losas, en los cuales se indican las dimensiones longitudinales y las transversales, espesores, recubrimientos, acero de refuerzo tanto longitudinal como transversal; se cumplió con lo indicado en la revisión de planos según la metodología propuesta en el capítulo 3.

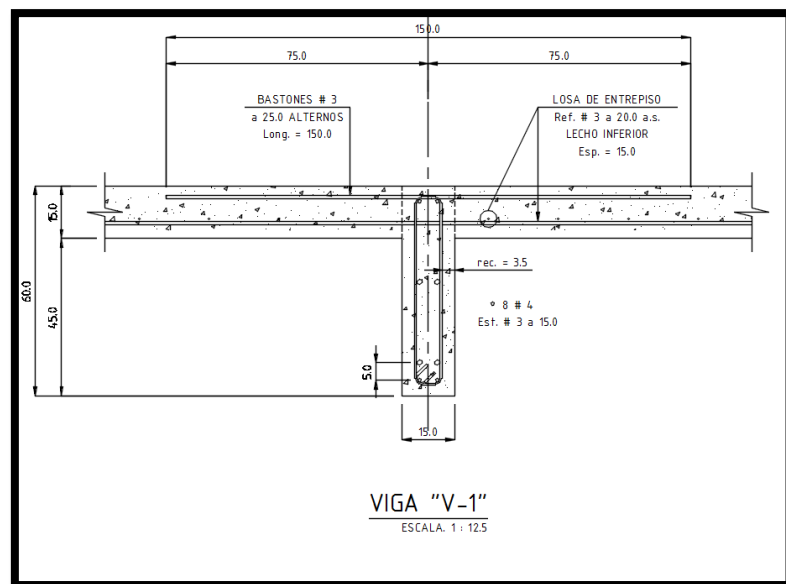


Imagen 4.12: Sección de viga

d. Planos de elevaciones y secciones transversales de paredes.

Tal como se puede observar en las hojas E05, E06, E08 y E09 (ver Anexo 4.4), se tiene información sobre cortes de secciones transversales en elevación, detalles de elevación en paredes; por lo tanto, se cumple con lo establecido en la metodología para la revisión de planos.

e. Planos de estructuras de techos y detalles de sus elementos.

Se revisó que en las hojas E03 y E08 (ver Anexo 4.4) se contó con los detalles de la planta estructural de techos, así como los elementos metálicos que componen a la estructura respectivamente; por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para la revisión de planos.

f. Planos de Detalles constructivos de elementos estructurales como uniones, juntas, anclajes, ganchos, etc.

Se verificó que en las hojas E04, E05, E06 y E07 (ver Anexo 4.4) se contó con la información acerca de las uniones y anclajes en los diferentes elementos estructurales como vigas, paredes, losas, etc., además, se revisó que en la hoja E03, se indicaron las longitudes para los ganchos de acero de refuerzo,

tal como se indica en las tablas 3.7 y 3.8 para la extensión recta y el diámetro interior mínimo de doblado en ganchos de 90°, 135° y 180° (ver imagen 4.13)

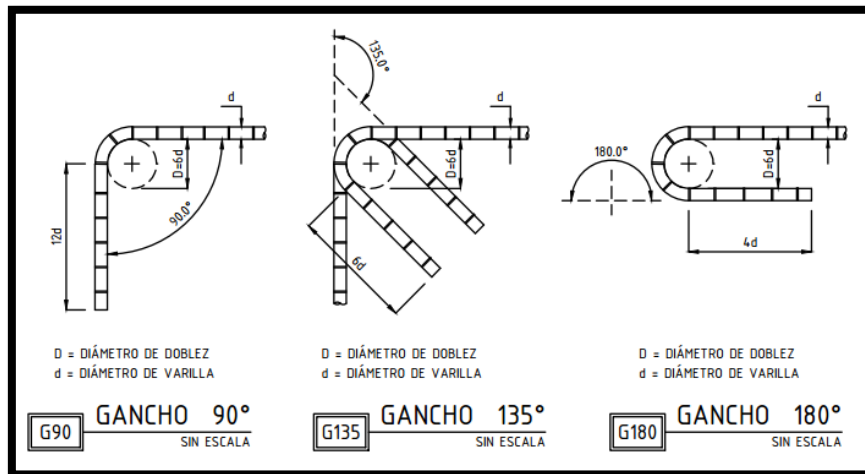


Imagen 4.13: Ganchos de doblado para el acero de refuerzo (Hoja E03, Planos estructurales)

Por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para la revisión de planos.

g. Cuadros de armado de zapatas, losas, vigas, columnas, etc.

Se revisó que en las hojas E03, E04, E05, E06 y E07, se tiene la información respecto al armado de soleras (fundaciones), vigas, paredes, losas y zapatas (ver Anexo 4.4); por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para la revisión de planos estructurales.

Tal como se mencionó anteriormente se cumplió con lo establecido en la metodología indicado en las tablas 3.3, 3.4 y 3.5 con respecto a los recubrimientos del acero de refuerzo, para la protección del refuerzo para concreto construido en el sitio (no preesforzado) del capítulo 3 en el apartado 3.3.1.1 para la supervisión de los planos estructurales del proyecto; Además, se verificó el cumplimiento de los espaciamientos mínimos del acero de refuerzo, el cumplió con lo indicado en la metodología

En la tabla 4.5 se hace un resumen de los elementos estructurales que se han elaborado en el proyecto, mostrando las resistencias para las cuales han sido diseñados, además de las normas y las especificaciones técnicas que estas cumplen.

Elemento	f'_c (Kg/cm ²)	f_y (Kg/cm ²)	Especificación Técnica	Norma
Zapata	280	4200	Sección 7.1	ACI 318 – 92*
Soleras	280	4200	Sección 7.1	ACI 318 – 92*
Paredes de Concreto Reforzado	280	4200	Sección 7.1	ASTM C 331
Vigas	280	4200	Sección 7.1	ACI 318 – 92*
Losas	280	4200	Sección 7.1	ACI 318 – 92*

Tabla 4.5: Elementos estructurales empleados en el proyecto

*En la sección 7.2 “Composición del Concreto” de las Especificaciones Técnicas (ver Anexo 4.3) establece que los

elementos de concreto serán elaborados en base a lo establecido en el Reglamento ACI 318R-92 “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural”; se recomienda que los elementos estructurales se diseñen en base a los reglamentos más recientes de acuerdo a la fecha en que se elaboren los diseños de los elementos estructurales.

4.5.1.2 Control Presupuestal por parte de la Supervisión (Sección 3.3.1.2)

En las especificaciones técnicas del proyecto se establecieron las diferentes formas de pagos que tendrán las diferentes actividades de la obra, tanto de obras preliminares, así como de obras de terracería, estructuras metálicas como techos, obras de concreto, etc. Indicando que algunas de estas obras como en el caso de las obras de concreto, los pagos serán hechos para los diferentes tipos de estructuras de concreto, según los precios unitarios establecidos en el Formato de Oferta y de acuerdo al avance de la obra presentada por el Contratista y aprobada por la Supervisión.

De acuerdo a lo establecido en el apartado 3.3.1.2 de la metodología indica que la supervisión llevará a cabo un control de estas formas de pago, ya que de esta manera el supervisor podrá tener un mejor control del presupuesto designado para la obra.

Por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología del capítulo 3 en el apartado 3.3.1.2 para el control presupuestal por parte de la Supervisión.

4.5.1.3 Reuniones de información general (Sección 3.3.1.3)

De las reuniones que se llevaron a cabo en el proyecto, antes y durante la ejecución del proyecto no se tiene información al respecto, pero de acuerdo a lo establecido en la metodología en el apartado 3.3.1.3 indica que para dichas reuniones se deberá elaborar un acta como la que se muestra en el anexo 3.1.

4.5.1.4 Orden de inicio (Sección 3.3.1.4).

Aunque no se cuenta con el acta de la orden de inicio del proyecto para determinar la fecha exacta del inicio de la construcción, en los planos aprobados para la construcción del proyecto, se estableció que los permisos de construcción fueron otorgados en Julio del año 2014 (ver imagen 4.14), el inicio de la construcción de dicho proyecto se efectuó en los meses posteriores a esa fecha.



Imagen 4.14: Permiso de Construcción

Dentro de la revisión del proyecto seleccionado, existen algunos puntos mencionados en la sección 3.3.1 que no cumplieron lo establecido en dicha sección; En la tabla 4.6 se mencionan cuales son y el motivo por el cual no se cumplieron o no se revisaron en dicho análisis del proyecto seleccionado.

Aspectos que no cumplieron en análisis de la Fase 1		
Aspecto	Razón	Recomendación
Sub fase: Revisión de los documentos contractuales y presupuestales		
Cargas vivas y otras cargas utilizadas en el diseño	No se mencionan en las notas estructurales de los planos ni en las Especificaciones Técnicas del proyecto seleccionado.	Debido a que se trata de una edificación cuyo uso será para viviendas, El Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones de El Salvador (1996), indica que se tendrá una carga viva máxima (W_m) de 170 Kg/m ² y una carga viva instantánea (W_i) de 120 Kg/m ² ; mientras que para cargas muertas, dependerán del elemento estructural que se esté analizando dependiendo del material con el que esté elaborado, así como sus dimensiones.
Precauciones por cambios en las dimensiones producidos por flujo plástico, retracción y temperatura	No se encuentra dicha información en las especificaciones técnicas.	Para evitar problemas en el futuro, se recomienda que se coloque un apartado en las especificaciones

		técnicas, indicando la manera en la que se debe actuar por parte de la supervisión en el supuesto caso que se den dichos problemas de cambios en las dimensiones.
Magnitud y localización de las fuerzas de pre esforzado	No se requieren de este tipo de cargas en el diseño del proyecto seleccionado.	En el caso de que se requieran este tipo de cargas, se recomienda que se coloquen tanto en las notas estructurales así como en las Especificaciones Técnicas del proyecto.
Tipo y localización de los empalmes soldados y mecánicos del refuerzo	No se encuentra dicha información en las especificaciones técnicas.	Aunque si se menciona la longitud de los empalmes en las notas estructurales; no se mencionan el tipo ni la localización de los empalmes en los planos ni en las especificaciones técnicas.
Ubicación y detallado de todas las juntas de contracción o expansión especificadas para concreto simple	No se requiere esta información, debido a que el proyecto analizado es a base de concreto estructural y no tiene ningún elemento de concreto simple.	Si algún elemento del proyecto es elaborado a base de concreto simple, la información concerniente a este tipo de material y elemento estructural debe de mencionarse con detalle.
Indicación de si una losa apoyada en el suelo se ha diseñado como diafragma estructural	No se encuentra dicha información en las especificaciones técnicas.	Si la losa colocada en contacto con el suelo se diseña de esta manera, debe mencionarse de manera detallada para evitar problemas al momento de supervisar la construcción de dicho elemento.

<p>Revisar detalles de juntas de dilatación</p>	<p>No se encuentra dicha información en los planos estructurales.</p>	<p>La información con respecto a las juntas de dilatación debe de colocarse tanto en los planos estructurales, así como en las especificaciones técnicas; ya que de esta manera se sabe con exactitud la localización exacta de las juntas de dilatación.</p>
<p>Revisión refuerzo transversal de Zonas confinadas y no confinadas en vigas</p>	<p>No se tiene información de en los planos estructurales</p>	<p>La información de la separación de refuerzo transversal en elementos como vigas y columnas en caso de que existan esos elementos en el proyecto, deben de indicarse en los planos estructurales para determinar dimensiones de dichas zonas y la separación que tendrá el refuerzo transversal.</p>
<p>Sub fase: Control presupuestal por parte de la supervisión</p>		
<p>En el caso de obra extraordinaria</p>	<p>No se tiene información al respecto de si en el proyecto seleccionado existió algún tipo de obra extraordinaria.</p>	<p>Debe de incluirse un apartado en los documentos contractuales, así como en las especificaciones técnicas indicando el procedimiento por parte de la supervisión en el caso de que existan obras que se consideren de carácter extraordinario.</p>

Tabla 4.6: Aspectos que no cumplieron en análisis de la Fase 1

Ahora que ya se hizo la revisión y se verificó el cumplimiento de los aspectos indicados anteriormente, se procede a la siguiente fase, tal como se indica en la metodología propuesta en el capítulo 3.

4.5.2 Fase 2. Organización y administración de la supervisión durante la ejecución de la obra (Sección 3.3.2)

La fase 2 contempla los siguientes ítems de los cuales la mayoría son administrativos así que se revisó los que se aplican al proyecto.

- Entrega del terreno
- Control de los recursos humanos, materiales y equipo.
- Apoyo en la solución de problemas administrativos y técnicos.
- Reuniones de personal técnico en obra
- Control de programas de actividades en la obra
- Control de calidad de los materiales y equipos

4.5.2.1 Entrega del terreno (Sección 3.3.2.1).

Esta se llevó a cabo por la supervisión acompañado de los propietarios del proyecto, también se les indicaron linderos marcados por el topógrafo y los bancos de marca de los cuales trasladarían los niveles para el lugar de la ejecución del proyecto. Aunque no se cuenta con el acta para ser enmarcado de manera más exacta se cumple con este requisito.

4.5.2.2 Control de los recursos humanos, materiales y equipo (Sección 3.3.2.2).

De acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas del proyecto seleccionado (ver anexo 4.16):

“Cuando, debido a la naturaleza y complejidad de los trabajos a ejecutar, se requiera la participación de personal especializado o cualificado, la Supervisión podrá, en cualquier momento, exigir al Contratista las pruebas que acrediten la idoneidad de dicho personal.”

Indicando de esta manera que, el Supervisor llevará y mantuvo un control de todo el personal que llegó a la obra a fin de garantizar que la obra se ejecutó según lo programado; de esta manera se cumplió con lo indicado en la metodología en el apartado 3.3.2.2.

4.5.2.3 Apoyo en la solución de problemas administrativos y técnicos (Sección 3.3.2.3).

De acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas del proyecto seleccionado (ver anexo 4.3):

“la Supervisión decidirá las condiciones aplicables en las Especificaciones Técnicas, a menos que específicamente se señale lo contrario. El Contratista deberá suministrar materiales, servicios, mano de obra, dirección técnica, administración, control y vigilancia de las obras. Las obras realizadas por sub-contratistas estarán sujetas, administrativamente a lo señalado por los

documentos contractuales y las condiciones de la licitación, pero, técnicamente el Contratista será responsable ante la Supervisión y el Contratante.”

Estableciendo de esta manera que el Supervisor en conjunto con el Contratista llegaron a un acuerdo en el caso de existir algún problema en la ejecución de la obra. De esta manera se verifica que se cumplió con establecido en la sección 3.3.2.3 de la metodología.

4.5.2.4 Control de Calidad de Materiales y Equipos (Sección 3.3.2.6).

Los materiales empleados en el proceso de construcción fueron sometidos a una serie de ensayos para que el supervisor posteriormente aprobara que los materiales, y de acuerdo a lo establecido en la fase 2 de la metodología (ver capítulo 3) con respecto al control de calidad de los materiales, se cumplió con lo siguiente:

a. Ensayos de tensión en los diferentes calibres del acero

En las Especificaciones Técnicas (ver Anexo 4.2) se indica que se realizaron ensayos de tensión al acero de refuerzo bajo la Norma ASTM A370-97 a los diámetros del acero de refuerzo indicados en la tabla 4.7

Diámetro de varilla (Pulg)	Longitud (m)	Grado del acero	Norma ASTM de ensayo
3/8	6	60	A370 - 97
4/8	6	60	A370 -97
5/8	6	60	A370 - 97

Tabla 4.7: Diámetro de varillas de acero de refuerzo ensayadas

Dichos ensayos se muestran en el Anexos 4.2; por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para el control de calidad para el acero de refuerzo.

b. Materiales para concreto: El cemento, grava y arena que el laboratorio utilizo para la realización del diseño de mezclas es el siguiente:

- i.* **Arena:** arena de granos duros, libre de impureza. Su módulo de finura será 2.3 y 3.0.
- ii.* **Grava:** podrá ser canto rodado o piedra triturada, proveniente de roca sana y compacta, libre de impurezas.
- iii.* **Cemento:** tipo I bajo Norma ASTM C-150-81
- iv.* **Revenimiento:** Para concretos con un revenimiento de 7" con una tolerancia de 1" por las condiciones de las paredes de carga de concreto reforzado.

Por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para el control de calidad establecido en la metodología.

c. Bloques de concreto: Los bloques para paredes divisorias serán manufacturados con agregados livianos conforme con ASTM C-331, “Light Weigth Aggregates for Concrete Masonry”, tipo hueco, libre de materiales nocivos que puedan manchar el repello o corroer el metal, tuvieron una resistencia neta a la ruptura por comprensión mínima de 70 Kg/cm², la cual se comprobó con un mínimo de tres piezas por lote, que fueron tomados en obra al azar.

d. Materiales para rellenos: Se realizaron los ensayos PROCTOR necesarios, Proctor T-134 para compactaciones con suelo cemento y T-180 para compactar suelo natural. (ver Anexo 4.1); por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para el control de calidad establecido en la metodología.

e. Control de Calidad para Equipos de Construcción

La supervisión revisó que todas las obras construidas fueron realizadas de acuerdo a procesos constructivos idóneos y a las normas y códigos técnicos nacionales e internacionales, certificando que las propiedades geométricas y mecánicas de los diferentes elementos estructurales y no estructurales cumplieron con lo estipulado por la documentación técnica del proyecto.

Para esto los equipos usados en la fabricación de los elementos estructurales fueron los idóneos, en donde se revisó el estado de los equipos y que estos se encontraban en estado óptimo; por lo tanto, el control de calidad de los equipos fue llevado a cabo cumpliendo con lo indicado en la metodología establecida en el apartado 3.3.2.6 del capítulo 3.

f. Control de Calidad de productos elaborados

Para el control de calidad de los productos elaborados como el concreto premezclado y al concreto elaborado en obra se cumplió con lo indicado en la sección 7.4 “Ensayos, Dosificación y control de mezclas” de las Especificaciones Técnicas del proyecto (ver Anexo 4.2)

En el proyecto seleccionado, el tipo de concreto que se utilizó fue el concreto pre mezclado el cual cumplió con todo lo recomendado en el capítulo 3, y que corresponda a lo mencionado en la fase 2 de la metodología, en cuanto al control de calidad para productos elaborados.

En la sección 7.4 literal b) “Ensayos, Dosificación y Control de mezclas” de las Especificaciones Técnicas del proyecto (ver Anexo 4.2) indica los siguientes aspectos:

- i.* **concreto premezclado:** Durante la descarga del concreto pre mezclado se llevó un registro en donde se especificó el número de camiones, la hora de llegada al proyecto e inicio y fin de la descarga al igual que el elemento donde se colocó, también el número de cilindros que se tomaron para la prueba de resistencia del concreto, y el revenimiento por cada camión los cuales se reventarán a 7, 14 y 28 días (ver Anexo 4.2). por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para el control de calidad establecido en la metodología.
- ii.* **Concreto hecho en obra:** Se realizó para elementos menores respetando la dosificación oficial del concreto el proporcionado por el laboratorio de suelos para la resistencia especificada y aprobada por el supervisor. por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología para el control de calidad establecido en la metodología.

De acuerdo a lo anteriormente detallado, se concluye que los materiales de construcción y equipos de construcción empleados en la obra cumplen con el control de calidad necesario para ser empleados en la obra, de acuerdo a lo establecido en el ensayo de laboratorio que indica

si el material a emplearse es el correcto de acuerdo a las necesidades del proyecto por lo tanto se cumple. Dentro de la revisión del proyecto seleccionado, existen algunos puntos mencionados en la sección 3.3.2 que no cumplieron con lo establecido en dicha sección; en la tabla 4.8 se mencionan cuales son y el motivo por el cual no se cumplieron o no se revisaron en dicho análisis del proyecto seleccionado.

Aspectos que no cumplieron en análisis de la Fase 2		
Aspecto	Razón	Recomendación
Sub fase: Reuniones de personal técnico de la obra		
Reuniones de personal técnico de la obra	No se indica de manera detallada en las Especificaciones Técnicas el momento ni el lugar en donde se van a llevar a cabo dichas reuniones; además de no contar con los documentos contractuales del proyecto seleccionado	Se recomienda que se indique la manera en que se llevaran a cabo las reuniones con el personal técnico en obra en las Especificaciones Técnicas; quedando aclarado en lugar y la frecuencia con que se darán las reuniones con el personal técnico.
Sub fase: Control de programas de actividades en la obra		
Control de programas de actividades en la obra	No se cuenta con información al respecto de la manera en la que la supervisión llevo a un acuerdo con el contratista para manera y frecuencia con que le entregaría dicha información.	Se recomienda que se indique en las especificaciones técnicas que el Contratista debe de entregarle dichos programas al Supervisor.

Tabla 4.8: Aspectos que no cumplieron en análisis de la Fase 2

4.5.3 Fase 3. Nivelaciones y movimientos de tierra (Sección 3.3.3).

La fase 3 cuenta con los siguientes ítems de los cuales solo se ara mención ya que no se cuenta con los registros necesarios.

- Nivelaciones
- Trazos
- Excavaciones
- Movimientos de tierra.
- Cortes y Rellenos con tierra

4.5.3.1 Nivelación y Trazo (Sección 3.3.3.1, Sección 3.3.3.2)

La supervisión a través del topógrafo en campo verifico que la nivelación y el trazo se realizaron con teodolito para posteriormente ser aprobados por él (ver imagen 4.15). Una vez aprobadas la nivelación y el trazo se prosiguió al proceso de las excavaciones tal como se indica en el apartado 1.2.9 “Trazo y Nivelación” en el anexo 4.15.



Imagen 4.15: Nivelación y Trazo en campo (Fuente: <http://administracionequipo5.blogspot.com/2012/02/1-el-sitio.html>).

4.5.3.2 Excavaciones (Sección 3.3.3.3)

En caso de las excavaciones el Contratista presentó un programa indicando el lugar y dimensiones de las excavaciones para los diferentes elementos estructurales como cimentaciones y paredes, las cuales fueron inspeccionadas y aprobadas por el Supervisor, verificando que cumplió con lo establecido en esquemas entregados por el contratista, planos estructurales y planos de taller tal como se indica en la sección 2.3 “Excavaciones” en el anexo 4.16. En la imagen 4.17 se observa a manera de ejemplo un procedimiento de excavación posterior a la realización del trazo en campo.



Imagen 4.16: Excavación en campo (Fuente: <https://constructoratsc.wordpress.com/construccion/estaciones-de-servicio/>)

4.5.3.3 Movimientos de tierra, cortes y rellenos con tierra (Sección 3.3.3.4, Sección 3.3.3.5)

El supervisor aprobó el procedimiento para los movimientos de tierra o acarrees de material selecto provenientes de los bancos de materiales indicados por el contratista para el proyecto seleccionado.

Posterior a este procedimiento el supervisor aprobó los lugares para la realización de los cortes y rellenos indicados por el contratista en donde se indicó que se usara para la compactación del suelo material que cumpla con las normas AASHTO T-180 para terreno natural con un grado de compactación del 90%, la compactación de los últimos 30 cm se realizara con suelo cemento el cual será de una proporción del 5% es decir (1:20) regida bajo la Norma AASHTO T-134 hasta alcanzar un peso volumétrico seco máximo del 90% lo cual fue determinado por un técnico en laboratorio de suelos, y se corroborara mediante ensayos de densidades al momento de su colocación en el lugar.

De acuerdo a lo indicado en las Especificaciones Técnicas del proyecto seleccionado, ver secciones 2.2.1 “Cortes”, 2.4 “Rellenos” y 2.6 “Acarreo de material selecto” en el Anexo 4.1, en la imagen 4.17 se observa el procedimiento para corte, relleno y movimientos de tierra a manera de ejemplo.



Imagen 4.17: Relleno y acarreo de material selecto (Fuente: <http://www.transcaz.com/la-empresa/maquinaria>)

Se realizaron una serie de sondeos para determinar la capacidad de carga del suelo en base al número de niveles de la edificación y el tipo de suelo del lugar, como se muestra en el estudio de suelos (ver Anexo 4.1).

Por lo tanto, se observa que se cumplió con lo establecido en la metodología para la fase tres indicada en apartado 3.3.3, para los movimientos de tierra y terracería.

4.5.4 Fase 4: Revisión de materiales de construcción en la obra y procesos constructivos.

Cada uno de los elementos mencionados a continuación, son los que se someten a revisión en la fase 4 de la metodología, pero debido a que el proyecto seleccionado no contiene todos estos elementos, algunos de ellos no se revisarán para este proyecto en específico.

Los elementos que se revisaron en esta fase que se centra en la ejecución de la obra en campo, son los siguientes

- Revisión de planos de taller.
- Agregados, Cemento y Agua.
- Acero de refuerzo.
- Colocación del concreto.
- Encofrados.
- Cimentaciones
- Paredes de Concreto Reforzado.
- Vigas.
- Losas.
- Revisión de estructuras de techo.

Para el caso de los elementos estructurales, se verifico el armado del acero de refuerzo, recubrimientos, separación de acero longitudinal y transversal, encofrado del elemento estructural, colado del concreto, curado, desencofrado y entrega del elemento estructural.

El ejemplo de estudio solo se cuenta con una zapata alargada en la zona de las escaleras, soleras de fundación, tensores, paredes de concreto reforzado, vigas de concreto reforzado y losas densas de concreto reforzado, además de la estructura metálica para techos.

Con respecto a los agregados para concreto se verificó en la fase 2 en lo que respecta al control de calidad, así que se cumple con lo establecido en la metodología indicada en el apartado 3.3.2.6.

4.5.4.1 Revisión de Planos de Taller (Sección 3.3.4.17).

Los planos de taller de algunos elementos estructurales del proyecto, fueron elaborados por cuenta propia, ya que estos se elaboran al momento de la construcción de la obra antes de realizar la construcción de los elementos estructurales y se comparan con el contenido de los planos estructurales del proyecto, tal y como se observan en las imágenes 4.18 a la 4.26 y en las tablas de varillas para dichos elementos estructurales mostrados en las tablas 4.9 a la 4.12.

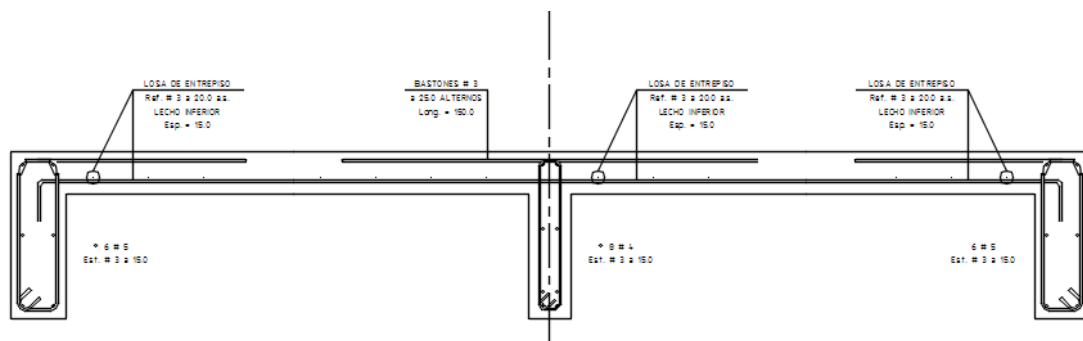
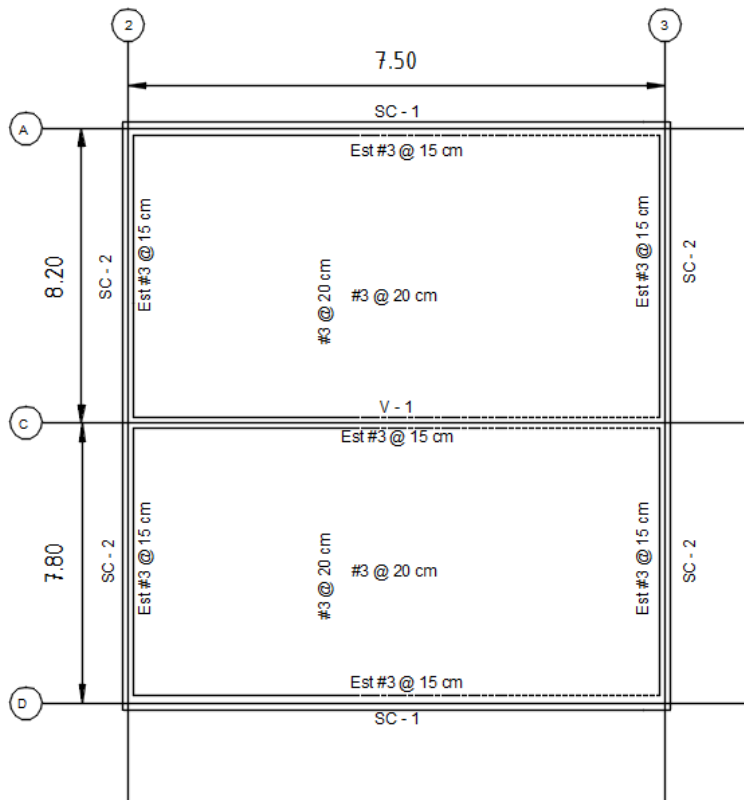


Imagen 4.18: Plano de Taller Losa densa sección transversal, $h = 15$ cm



DATOS:
 VIGAS 15 X 60 cm
 SOLERA DE C. 20 X 60 cm
 LOSA DENSA 15 cm
 $f_c = 280 \text{ Kg/cm}$
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}$
 NO JUNTAS DE
 CONSTRUCCIÓN

Imagen 4.19: Plano de Taller Losa densa, $h = 15 \text{ cm}$

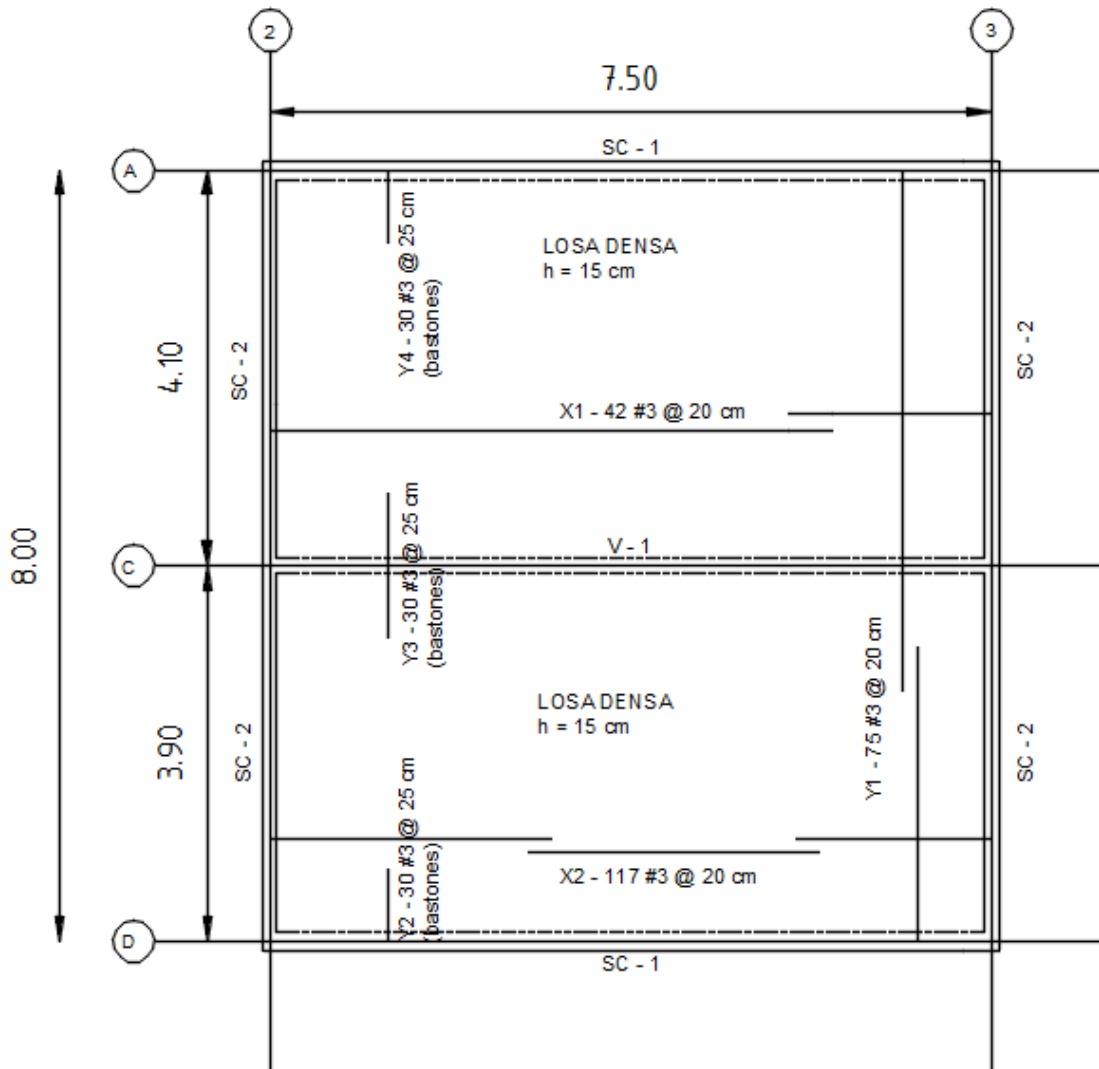


Imagen 4.20: Plano de Taller de detallado de acero en losa densa, $h = 15$ cm.

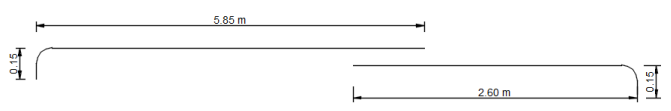
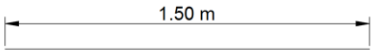
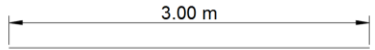
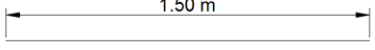
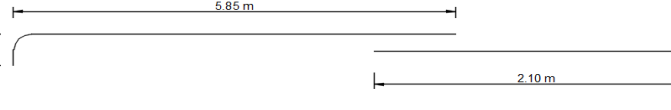
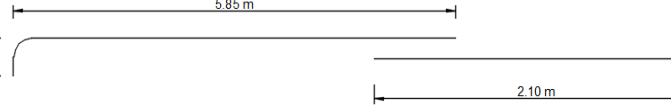
Cuadro de varillas para losa densa de 15 cm de espesor						
Nombre	Diámetro	Forma	Lecho	Longitud (m)	Cantidad	L. Total (m)
Y1	#3		Inferior	8.75	75	656.25
Y2	#3		Superior	1.50	30	45
Y3	#3		Superior	1.50	30	45
Y4	#3		Superior	1.50	30	45
X1	#3		Inferior	8.25	42	346.5
X2	#3		Inferior	8.25	42	346.5
Cantidad total en metros para acero #3						1484.25
Cantidad total en quintales para acero #3						17.67

Tabla 4.9: Cuadro de varillas losa densa, h = 15 cm

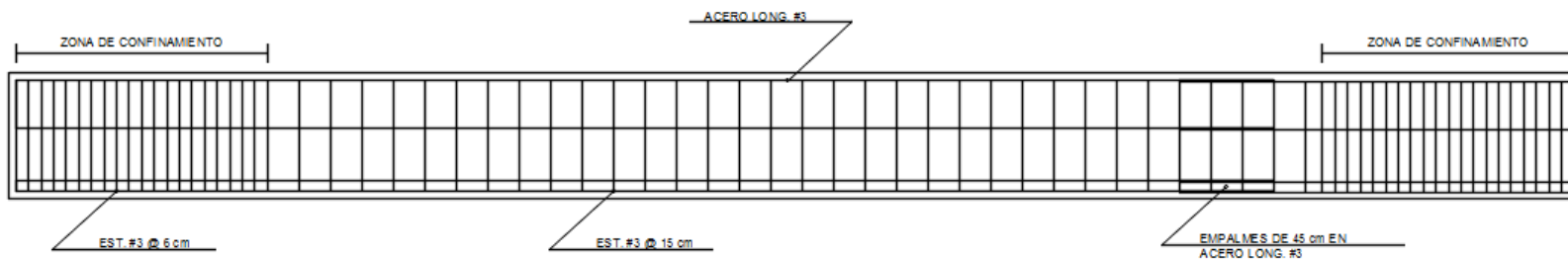


Imagen 4.21: Plano de taller para viga V - 1, sección longitudinal

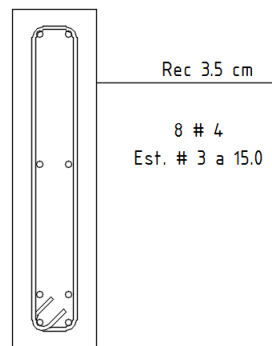


Imagen 4.22: Plano de taller para viga V - 1, Sección Transversal

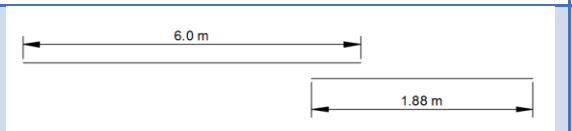
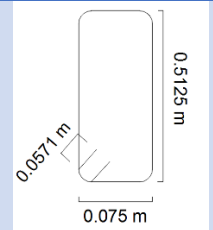
Cuadro de varillas longitudinales y transversales para V-1 (60 x 15 cm), 7.50 m				
Acero Longitudinal				
Diámetro	Forma	Longitud (m)	Cantidad	Longitud Total (m)
#4		7.88	16	126.08
Cantidad total en metros para acero longitudinal #4				126.08
Cantidad total en quintales para acero longitudinal #4				2.63
Acero Transversal				
#3		0.7018	75	52.635
Cantidad total en metros para acero transversal #3				52.635
Cantidad total en quintales para acero transversal #3				0.63

Tabla 4.10: Cuadro de Varillas para Viga (V - 1), 60 x 15 cm

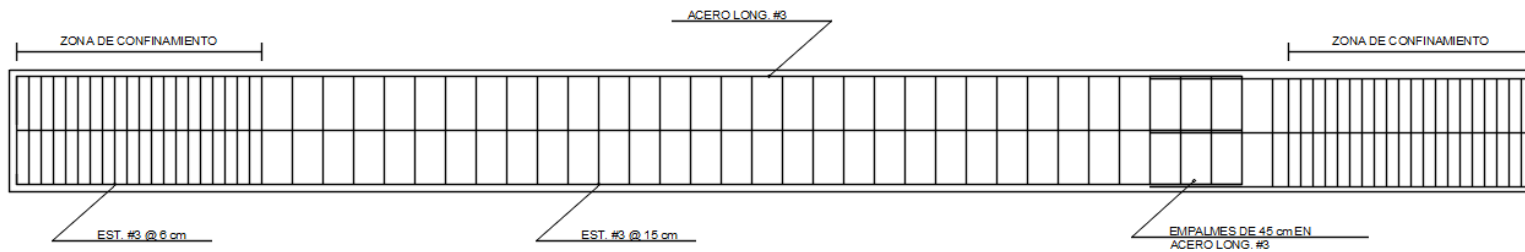


Imagen 4.23: Plano de taller para solera SC - 2, sección longitudinal

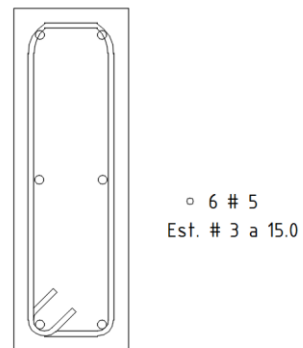


Imagen 4.24: Plano de taller para solera SC - 2, sección transversal

Cuadro de varillas longitudinales y transversales para SC - 2(60 x 20 cm), 7.50 m				
Acero Longitudinal				
Diámetro	Forma	Longitud (m)	Cantidad	Longitud Total (m)
#4		7.88	12	94.56
Cantidad total en metros para acero longitudinal #4				94.46
Cantidad total en quintales para acero longitudinal #4				1.97
Acero Transversal				
#3		0.76425	75	57.318
Cantidad total en metros para acero transversal #3				57.318
Cantidad total en quintales para acero transversal #3				0.68

Tabla 4.11: Cuadro de Varillas para Solera (SC - 2), 60 x 20 cm

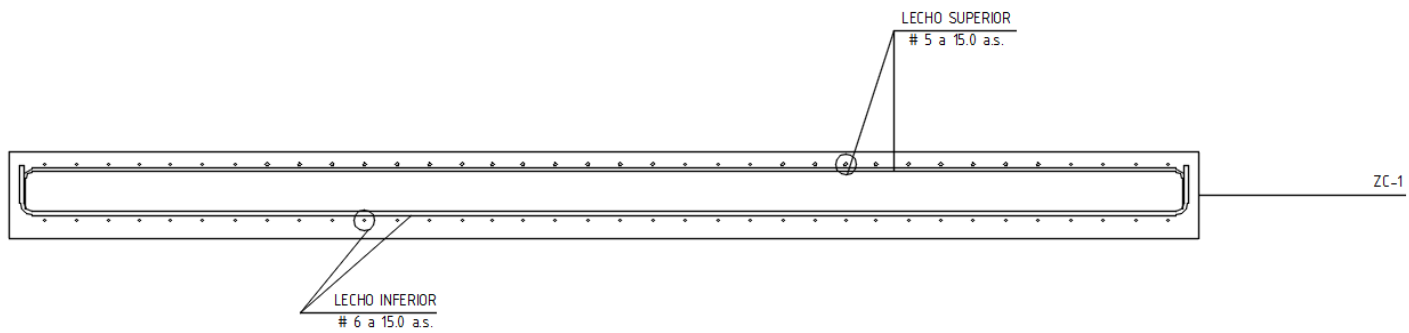


Imagen 4.25: Plano de taller para zapata alargada Z - 1, sección longitudinal

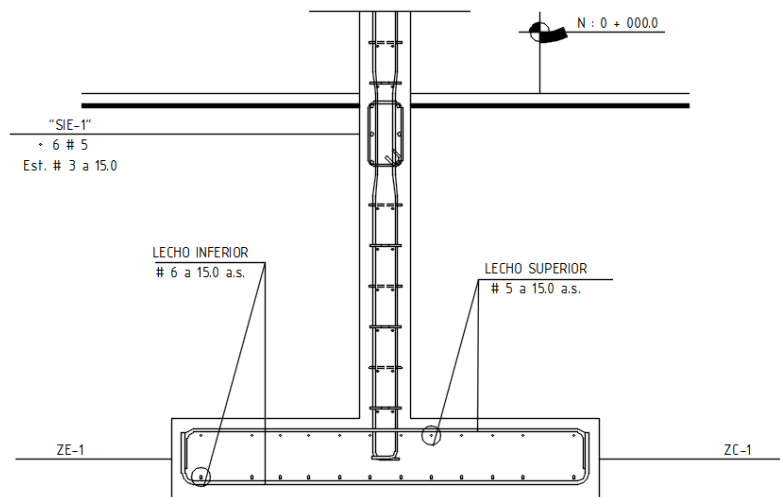
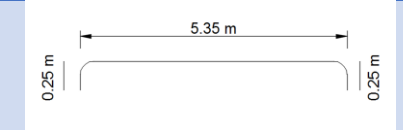
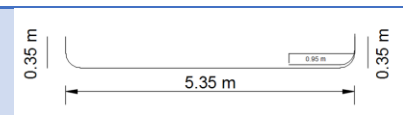
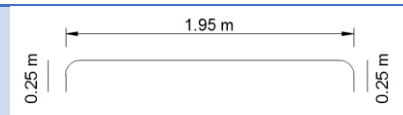
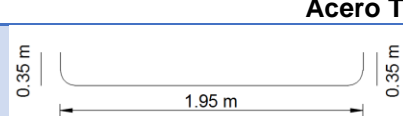


Imagen 4.26: Plano de taller para zapata alargada Z - 1, sección transversal

Cuadro de varillas longitudinales y transversales para Zapata Alargada (40 x 210 cm), 5.50 m				
Acero Longitudinal Lecho Superior				
Diámetro	Forma	Longitud (m)	Cantidad	Longitud Total (m)
#5		5.85	13	76.05
Cantidad total en metros para acero longitudinal #5				76.05
Cantidad total en quintales para acero longitudinal #5				1.18
Acero Longitudinal Lecho Inferior				
#6		7.00*	13	91.00
Cantidad total en metros para acero longitudinal #6				91.00
Cantidad total en quintales para acero longitudinal #6				2.03
Acero Transversal Lecho Superior				
#5		2.45	36	88.20
Cantidad total en metros para acero transversal #5				88.20
Cantidad total en quintales para acero transversal #5				2.94
Acero Transversal Lecho inferior				
#6		2.65	36	95.40
Cantidad total en metros para acero transversal #6				95.40
Cantidad total en quintales para acero transversal #6				3.98

*Se hizo uso de un empalme de 0.95 m para varillas #6 debido a que la longitud de acero necesario es de 6.05, haciéndose necesario un empalme.

Tabla 4.12: Cuadro de Varillas para Zapata (Z - 1), 40 x 210 cm

4.5.4.2 Agregados, Cemento y Agua (Sección 3.3.4.1, Sección 3.3.4.2, Sección 3.3.4.3).

Las mezclas para concreto se hicieron según las proporciones de agregados, cemento y agua, indicadas por el laboratorio de suelos y aprobadas por la Supervisión; pero, en general, estarán de acuerdo con la última versión de las normas ACI 211.1 (ver anexo 4.12); Mientras que las Especificaciones Técnicas indicaron que:

- a.** Los agregados gruesos y finos cumplieron con la granulometría adecuada para concreto según la Norma ASTM C33.
- b.** El Cemento fue de tipo I, bajo la Norma ASTM C150.
- c.** El Agua para el concreto, fue la conocida como agua potable.

Se observa que el diseño para las mezclas de concreto cumplió con lo establecido en el apartado 3.3.4 del capítulo 3, en donde se indican los factores que deben cumplir los materiales empleados en la fabricación del concreto.

4.5.4.3 Acero de refuerzo (Sección 3.3.4.5)

Se revisó que el acero de refuerzo empleado en la construcción fuera el indicado para ser utilizado en las estructuras de concreto, en las Especificaciones Técnicas (ver Anexo 4.2) en la sección

7.3.4 “Acero de refuerzo” se indicó que el acero de refuerzo cumplió con lo establecido en la Norma ASTM A615, así como en la Norma ASTM A305 para sus dimensiones, además que su esfuerzo de fluencia (f_y) fue el que se indicó en los planos estructurales.

De acuerdo a lo establecido en la metodología en la sección 3.3.4.5, indica que debe verificar que el acero de refuerzo sea el indicado en los planos estructurales y especificaciones técnicas y que además haya sido aprobado por la supervisión. También se debe verificar que el acero comprado este elaborado bajo la Norma ASTM acorde al tipo de acero que necesitará la estructura.

Por lo tanto, se cumple con lo indicado en la metodología para la revisión del acero de refuerzo.

4.5.4.4 Colocación del Concreto (Sección 3.3.4.11, Sección 3.3.4.13)

En la sección 7.4 “Ensayos, Dosificación y Control de las mezclas” de las Especificaciones (Ver Anexo 4.2) indica que el concreto que se colocó en los elementos estructurales se hizo de tal manera que se evitó la segregación del concreto; En la sección 7.5 “Preparación y Colocación del concreto” de las Especificaciones Técnicas (ver Anexo 4.2) indicó entre otros aspectos que el

concreto fue fabricado a través de máquinas especiales (mezcladoras) en sitio para la fabricación del concreto.

Por lo tanto, cumple con lo establecido en la metodología en el apartado 3.3.4.11 y 3.3.4.11 para la colocación y vaciado del concreto.

4.5.4.5 Encofrados (Sección 3.3.4.8, Sección 3.3.4.9).

Se verificó que los encofrados fueron elaborados con el material adecuado para los mismos (madera), así como puntales, tensores y andamios.

Según como se indicó en los apartados 7.7 “Encofrados” y 7.8 “Desencofrados” de las Especificaciones Técnicas (ver Anexo 4.3) se cumplió con todos los requisitos que se revisaron antes de aprobar un encofrado y también se indica los plazos para llevar a cabo el desencofrado, que en este caso se indica que:

“El desencofrado se realizará hasta que las estructuras alcancen la resistencia necesaria...en caso contrario se recomienda retirar el encofrado a los 21 días luego de realizar el colado”

Tal y como se menciona en el apartado 3.3.4.10 de la metodología se cumplió con lo indicado en dicha sección según lo indicado en el capítulo 3, en donde supera los tiempos mínimos indicados en dicha sección de la metodología.

4.5.4.6 Cimentaciones (Sección 3.3.4.19)

Se verifico que las cimentaciones al momento de ser elaboradas en campo tengan las dimensiones indicadas en los planos estructurales y planos de taller aprobados por el Supervisor, que los espesores de cada capa a restituir sean los que establece el plano y que la proporción a utilizar en el caso del suelo cemento sea la indicada, en este caso se revisaron tanto las soleras de fundación (ver imágenes 4.27 y 4.28), además de la zapata alargada (ver imagen 4.29) en la tabla 4. Se indican los parámetros que se cumplieron en los planos estructurales de acuerdo a lo establecido en metodología.

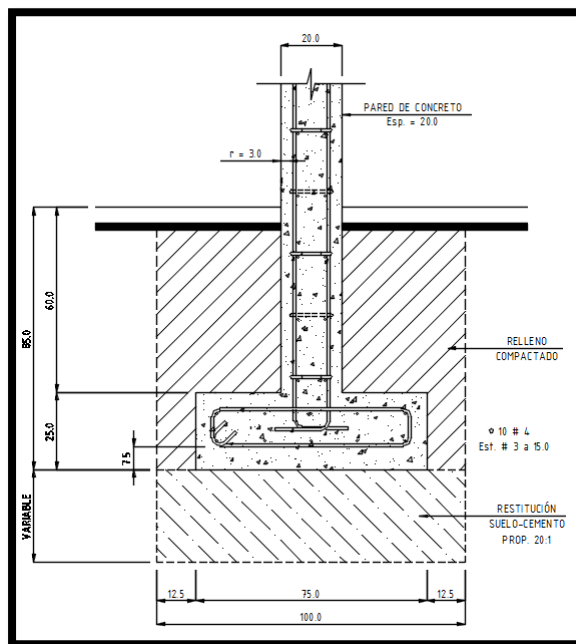


Imagen 4.27: Solera de Fundación SF – 1

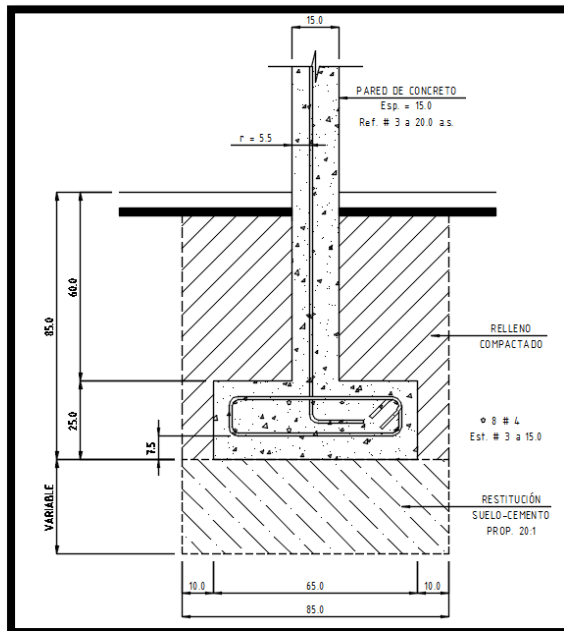


Imagen 4.28: Solera de Fundación SF – 2

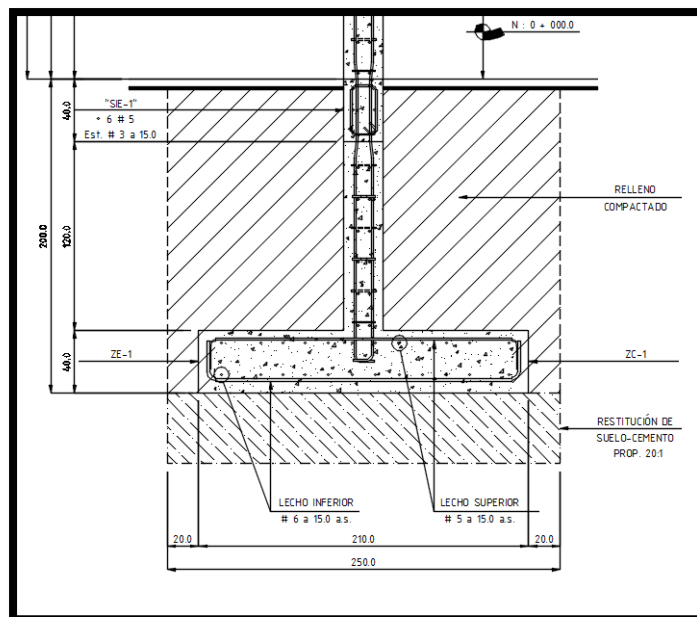


Imagen 4.29: Sección Transversal de Zapata Corrida

Cuadro de armado del acero de refuerzo para Cimentaciones (Soleras de Fundación y Zapata Alargada)											
Nombre	Resistencia		Planos Estructurales				Metodología				Verificación según la metodología
	f'c (Kg/cm ²)	fy (Kg/cm ²)	Refuerzo Longitudinal	Refuerzo Transversal	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	Refuerzo Longitudinal (25 mm, db ó 4/3 d _{agg})*	Refuerzo Transversal (25 mm, db ó 4/3 d _{agg})*	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	
Z-1 (40 x 210 cm)	280	4200	#6 @ 15 cm (Lecho Inferior)	#6 @ 15 cm (Lecho Inferior)	95	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	7.5	No Cumple
			#5 @ 15 cm (Lecho Superior)	#5 @ 15 cm (Lecho Superior)	75	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	
SF-1 (25 x 75 cm)	280	4200	#4 (lecho inferior)	#3 @ 15 cm	60 (varilla #4)	7.5 (Lecho inferior)	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	7.5	No cumple
			#4 (lecho superior)		45 (varilla #3)	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	
SF-2 (25 x 65 cm)	280	4200	#4 (lecho inferior)	#3 @ 15 cm	60 (varilla #4)	7.5 (Lecho inferior)	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	7.5	No cumple
			#4 (lecho superior)		45 (varilla #3)	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	
SF-3 (25 x 50 cm)	280	4200	#4 (lecho inferior)	#3 @ 15 cm	60 (varilla #4)	7.5 (Lecho inferior)	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	7.5	No cumple
			#4 (lecho superior)		45 (varilla #3)	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	
SF-4 (25 x 40 cm)	280	4200	#4 (lecho inferior)	#3 @ 15 cm	60 (varilla #4)	7.5 (Lecho inferior)	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	7.5	No cumple
			#4 (lecho superior)		45 (varilla #3)	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	

Tabla 4.13: Cuadro de armado del acero de refuerzo para cimentaciones

*Para la separación del acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal se calculó en base al mayor de acuerdo a 25mm, db, y 4/3 d_{agg}, resultando que el mayor en todos los casos es el 4/3 d_{agg}, resultando en una separación mínima de 5 cm, debido a que se está usando un diámetro de 1 ½" para agregados gruesos.

En este caso, se verificó que los planos estructurales para el caso de las cimentaciones, presentan algunos detalles que se corrigieron a través de los planos de taller, indicando los datos faltantes en algunos puntos, como los indicados en la tabla 4.13 en lo que respecta al tipo de traslape y el recubrimiento de acuerdo en algunas zonas de la cimentación de acuerdo a la metodología presentada en el capítulo 3.

Una vez que se verificaron los espaciamientos del acero de refuerzo, así como los recubrimientos para las cimentaciones indicadas en las hojas E03 y E10 (ver Anexo 4.4) de los planos estructurales y aprobados en los planos de taller, se procedió al encofrado de las cimentaciones, colado del concreto, curado, desencofrado siguiendo lo establecido en el apartado 4.5.4.5 para los tiempos de desencofrado.

Por último, para la recepción de las cimentaciones, el supervisor verificó que el elemento tuviese las dimensiones indicadas en los planos estructurales y planos de taller aprobados, además que se verificó que no se presentaron deficiencias que tuviesen que repararse, luego se procedió a la entrega del elemento estructural, para continuar con los siguientes elementos estructurales.

4.5.4.7 Muros de concreto reforzado (Sección 3.3.4.22)

El supervisor verificó que el armado para muros sea el indicado en los planos estructurales, también se revisó que los recubrimientos sean los establecidos por el ACI, así como en los planos de taller previamente aprobados por él y que hayan sido elaborados de acuerdo al Reglamento con el que fueron diseñados, además de esto verificó que el concreto utilizado cumplió con lo indicado en la Sección 7.2 “Composición del Concreto” las Especificaciones

Técnicas (ver Anexo 4.3) sin dejar de lado la verificación de la verticalidad de los mismos. Además, se verificó que los muros de concreto reforzado indicados en las hojas E04, E05 y E06 de los planos estructurales (ver anexo 4.4) cuenten con las dimensiones adecuadas en planta.

En la tabla 3.19, se establece que el espesor mínimo (h) para muros de carga, será el mayor entre 100 mm y $1/25$ de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas, para este caso rige la dimensión de 100 mm, y se verificó que la dimensión en los muros de concreto reforzado para el proyecto fueron los siguientes:

- a.** Muros externos en los ejes horizontales: 20 cm
- b.** Muros externos en los ejes verticales: 15 cm

Con respecto a los muros internos, se observó que el menor espesor fue de 10 cm, por lo tanto, se cumplió con lo establecido en la metodología con respecto a la verificación de los espesores para los muros de concreto reforzado.

Luego se procedió a la realización del armado del muro de concreto reforzado, en donde se verificó que se cumplió lo indicado en los planos estructurales y con la metodología propuesta, lo cual se indica en la tabla 4.14 a continuación.

Cuadro de armado del acero de refuerzo para Muros de Concreto Reforzado											
Eje	Resistencia		Planos Estructurales				Metodología				Verificación según la metodología
	f'c (Kg/cm ²)	fy (Kg/cm ²)	Refuerzo Longitudinal	Refuerzo Transversal	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	Refuerzo Longitudinal (25 mm, db ó 4/3 d _{agg})*	Refuerzo Transversal (25 mm, db ó 4/3 d _{agg})*	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	
A	280	4200	#3 @ 20 cm	#3 @ 15 cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple
B	280	4200	#3 @ 20 cm	#3 @ 15 cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple
C	280	4200	#3 @ 20 cm	#2 @ 15 cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple
D	280	4200	-	#3 @ 15 cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple
1	280	4200	#3 @ 20 cm	#2 @ 15 cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple
2	280	4200	#3 @ 20 cm	#3 @ 15 cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple
3	280	4200	#3 @ 20 cm	#3 @ 15cm	45	4.0	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0l _d) ó Clase B (1.3l _d)	4.0	No cumple

Tabla 4.14: Cuadro de armado del acero de refuerzo para muros de concreto reforzado

*Para la separación del acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal se calculó en base al mayor de acuerdo a 25mm, db, y 4/3 d_{agg}, resultando que el mayor en todos los casos es el 4/3 d_{agg}, resultando en una separación mínima de 5 cm, debido a que se está usando un diámetro de 1 ½" para agregados gruesos.

En este caso, se verificó que los planos estructurales para el caso de los muros de concreto, presentan algunos detalles que se corrigieron a través de los planos de taller, indicando los datos faltantes en algunos puntos, como los indicados en la tabla 4.14 en lo que respecta al tipo de traslape y el recubrimiento para los muros de concreto de acuerdo a la metodología presentada en el capítulo 3.

Una vez que se verificaron los espaciamientos del acero de refuerzo para los muros de concreto indicados en las hojas E04, E05 y E06 (ver Anexo 4.4) de los planos estructurales y aprobados en los planos de taller, se procedió al encofrado de los muros de concreto, colado del concreto, curado, desencofrado siguiendo lo establecido en el apartado 4.5.4.5 para los tiempos de desencofrado.

Por último, para la recepción de los muros por cada nivel de la edificación, el supervisor verificó que el elemento tuviese las dimensiones indicadas en los planos estructurales y planos de taller aprobados, además que se verificó que no se presentaron deficiencias que tuviesen que repararse, luego se procedió a la entrega del elemento estructural, para continuar con los siguientes elementos estructurales.

4.5.4.8 Vigas (Sección 3.3.4.20)

Para las vigas se verificó que se cuente en los planos estructurales y planos de taller con las secciones transversales de las vigas (ver imagen 4.30). Donde se indica la cantidad de acero que debe de llevar cada una de las vigas, sus diámetros, recubrimiento, empalmes si existen y la longitud de dichos

empalmes, se indica además el ángulo de dobles y la longitud para las varillas.

Luego de todo esto se revisó la colocación del acero y el encofrado para ser aprobado por el supervisor y proceder a la colocación del concreto.

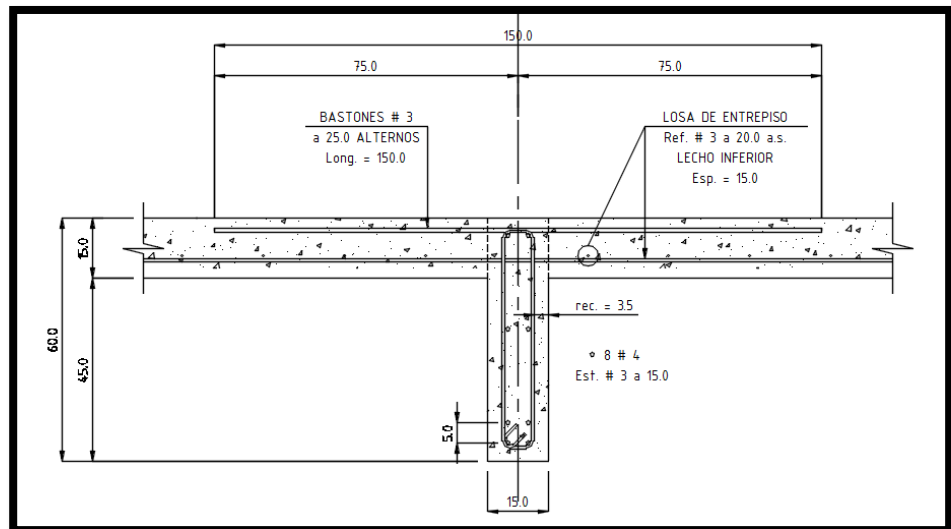


Imagen 4.30: Sección Transversal de Viga (V-1)

Además, se revisó que el armado de las mismas cumpla con lo establecido en las tablas 3.7, 3.8 y 3.9, además de la sección 3.3.1.1 en el apartado de refuerzo transversal en vigas para el armado de acero de elementos estructurales (ver tabla 4.15) con el objetivo que el supervisor aprobara la construcción de las vigas.

Cuadro de armado del acero de refuerzo para Vigas											
Nombre	Resistencia		Planos Estructurales				Metodología				Verificación según la metodología
	f'c (Kg/cm ²)	f _y (Kg/cm ²)	Refuerzo Longitudinal	Refuerzo Transversal	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	Refuerzo Longitudinal (25 mm, db ó 4/3 d _{agg})*	Refuerzo Transversal (25 mm, db ó 4/3 d _{agg})*	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	
V-1 (15 x 60 cm)	280	4200	#4	#3 @15 cm	60	3.5	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0ld) ó Clase B (1.3ld)	4.0	No cumple
V-2 (20 x 60 cm)	280	4200	#4	-	60	-	#(varilla) @ 5 cm	#(varilla) @ 5 cm	Clase A (1.0ld) ó Clase B (1.3ld)	4.0	No cumple

Tabla 4.15: Cuadro de armado del acero de refuerzo para vigas

*Para la separación del acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal se calculó en base al mayor de acuerdo a 25mm, db, y 4/3 d_{agg}, resultando que el mayor en todos los casos es el 4/3 d_{agg}, resultando en una separación mínima de 5 cm, debido a que se está usando un diámetro de 1 ½” para agregados gruesos, en este caso supera dicho valor, por lo tanto, se cumple en ese aspecto.

En este caso, se verificó que los planos estructurales para el caso de las vigas, presentan algunos detalles que se corrigieron a través de los planos de taller, indicando los datos faltantes en algunos puntos, como los indicados en la tabla 4.15 en lo que respecta al tipo de traslape, refuerzo transversal para la “V-2” y el recubrimiento para la misma de acuerdo a la metodología presentada en el capítulo 3.

Una vez que se verificaron los espaciamientos del acero de refuerzo para las vigas de concreto indicados en la hoja E04 (ver Anexo 4.4) de los planos estructurales y aprobados en los planos de taller, se procedió al encofrado de las vigas de concreto, colado del concreto, curado, desencofrado siguiendo lo establecido en el apartado 4.5.4.5 para los tiempos de desencofrado.

Por último, para la recepción de las vigas, el supervisor verificó que el elemento tuviese las dimensiones indicadas en los planos estructurales y planos de taller aprobados, además que se verificó que no se presentaron deficiencias que tuviesen que repararse, luego se procedió a la entrega del elemento estructural, para continuar con los siguientes elementos estructurales.

4.5.4.9 Losas (Sección 3.3.4.21).

Para las losas se contó con el plano de taller en donde se detalló el tejido de los lechos tanto superior e inferior, en este caso que son losas densas previamente revisados y aprobados por el supervisor, ya que es por medio del cual se corroboró que el acero colocado fue el indicado y que en los planos se indicó la cantidad de varillas a utilizar en los diferentes lechos superior e inferior con sus respectivos diámetros, longitudes, al igual que empalmes si existen, la separación entre los lechos, indicando los

recubrimientos según lo indicado en la metodología y que tenga la separación establecida en el cuadro de detalles. (Ver Hoja E07 de los planos anexos al documento).

En este caso la edificación consta con losas densas en dos direcciones de 15 cm de espesor, en la cual se verificó la separación del acero, el diámetro y recubrimiento (ver Anexo 4.4) en la tabla 4.16 se muestra el cuadro del armado de las losas para el acero de refuerzo por tracción, mientras que en la tabla 4.17 se muestra el acero de refuerzo por temperatura que se usó y se verifico en base a lo establecido en la metodología.

Una vez que se verificó el armado de las losas y se corrigieron algunos aspectos en los planos estructurales en comparación con los planos de taller aprobados por el supervisor, se procedió al encofrado y luego al colado de las losas evitando la segregación del concreto como se indica en la metodología en el apartado 3.3.4.13, pero de ante mano se planificó la forma de transporte y colocación que se utilizaran en el colado, así como también el personal que se utilizó con su respectiva labor que ejecutara al momento de colocar el concreto previo a esto se deberá verificar el encofrado.

Cuadro de armado del acero de refuerzo para Losas densas de 15 cm de espesor											
Nombre	Resistencia		Planos Estructurales				Metodología				Verificación según la metodología
	f'c (Kg/cm ²)	fy (Kg/cm ²)	Refuerzo Longitudinal	Refuerzo Transversal	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	Refuerzo Longitudinal (el menor de 3h y 450 mm)*	Refuerzo Transversal (el menor de 3h y 450 mm)*	Traslapes (cm)	Recubrimiento min (cm)	
Losa (8 x 7.5 m)	280	4200	#3 @ 20	#3 @ 20 cm	45	-	#(varilla) @ 45 cm	#(varilla) @ 45 cm	Clase A (1.0ld) ó Clase B (1.3ld)	2.0	No cumple

Tabla 4.16: Cuadro de armado del acero de refuerzo para losas densas

Cuadro de armado del acero por temperatura para Losas densas de 15 cm de espesor											
Nombre	Resistencia		Planos Estructurales			Metodología				Verificación según la metodología	
	f'c (Kg/cm ²)	fy (Kg/cm ²)	Refuerzo	Traslapes (cm)	Recubrimiento (cm)	Refuerzo Longitudinal (el menor de 5h y 450 mm)*	Refuerzo Transversal (el menor de 5h y 450 mm)*	Traslapes (cm)	Recubrimiento min (cm)		
Losa (8 x 7.5 m)	280	4200	#3 @ 25	45	-	#(varilla) @ 45 cm	#(varilla) @ 45 cm	Clase A (1.0ld) ó Clase B (1.3ld)	2.0	No cumple	

Tabla 4.17: Cuadro de armado del acero de refuerzo para losas densas por temperatura

*Para la separación del acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal se calculó en base al mayor de acuerdo a el menor de 3h y 450 mm, resultando que el mayor en todos los casos es el 450 mm, resultando en una separación mínima de 45 cm, así como también para el caso del acero por temperatura, se no se cumple en ese aspecto.

En este caso, se verificó que los planos estructurales para el caso de las losas, presentan algunos detalles que se corrigieron a través de los planos de taller, indicando los datos faltantes en algunos puntos, como los indicados en la tabla 4.16 en lo que respecta al tipo de traslape y el recubrimiento para la losa, de acuerdo a la metodología presentada en el capítulo 3.

Por último, para la recepción de las losas, el supervisor verificó que el elemento tuviese las dimensiones indicadas en los planos estructurales y planos de taller aprobados, además que se verificó que no se presentaron deficiencias que tuviesen que repararse, luego se procedió a la entrega del elemento estructural, para continuar con los siguientes aspectos de la obra

4.5.4.10 Revisión de Estructuras de Techos (Sección 3.3.4.24).

En techos solo se verificó que la estructura este de acuerdo a los planos y que sea del material indicado, para esto se revisaron los diferentes tipos de uniones de la estructura metálica de techos, en el que se indicó que las uniones fueron a través de soldadura, pernos anclados a la pared, polines y vigas tipo Maconber, tal como se observa en la hoja E08 de los planos estructurales (ver Anexo 4.4). Además, en las secciones 6.0 “Estructuras Metálicas y Hojalatería” y 18.0 “Cubiertas de techos” de las Especificaciones técnicas (ver anexo 4.16) indica que:

“Para toda estructura de techos el contratista sometió a revisión del supervisor dichas estructuras para su aprobación.”

Se verificó que se cumpla lo indicado en el capítulo 3. En el plano del proyecto de aplicación se detallan las pendientes y las dimensiones del techo.

En la tabla 4.18, se muestra el resumen general de la metodología

Metodología	Especificación Técnica	Plano	Norma	Proceso Constructivo
4.5.4.2 Control de Calidad de Materiales y equipo.	6.2 Materiales: Acero, Grava, Arena	Plano estructural	ASTM A-36 ASTM C-33	El acero debe ser colocado según lo indicado en los planos estructurales. Los agregados a utilizar en los concretos deben cumplir con lo especificado en los planos para alcanzar la resistencia deseada.
4.5.4.1 Mezclas De Concreto.	7.2 Composición del Concreto	Plano estructural	ASTM, AASHTO, y ACI., deberá cumplir la Norma ACI-318R-92, Sección 5.2	Se debe utilizar el tipo de concreto indicado en los planos estructurales para los diferentes elementos, los cuales serán sometidos a las pruebas de laboratorio pertinentes para corroborar su resistencia.
4.5.4.4 Resanes	7.5. Preparación y Colocación del Concreto	Plano estructural	ASTM C-42	Las reparaciones se llevaran a cabo según proceso aprobado por la supervisión y la colocación del concreto se debe realizar en los tiempos establecidos el cual rige que un concreto debe ser colocado antes de los 50 minutos después de su elaboración,
4.5.4.5 Cimentaciones	1.2.9. Trazo y nivelación 2.2.1. Corte 2.3. Excavaciones	Perfiles de terracería	Estudio de suelos.	Las cimentaciones y todos los procesos que conllevan las

				cimentaciones, como lo son el trazo y nivelación para luego proceder a la terracería (corte y rellenos) estarán determinados en base a las recomendaciones hechas por el estudio de suelos.
4.5.5.6 Colocación del acero de refuerzo	7.3.4. Acero de Refuerzo 8.3. Colocación del refuerzo 8.4. Doblado del acero 8.5. Estribos 8.6. Traslapes y Conexiones Mecánicas	Planos estructurales	ASTM A-615 especificación A-305, para las dimensiones de las corrugaciones	El acero debe cumplir con el grado y resistencia indicados en el plano estructural además las corrugas deben estar bien definidas para mayor agarre del concreto. Los planos indican también la posición y traslapes que debe cumplirse en los diferentes elementos estructurales.
4.5.4.8 Encofrados.	7.7. Encofrados	Planos de taller de encofrados	ASTM D-143	Los encofrados deben realizarse de plywood tratado para que no se deforme con la humedad y deben ser elaborados de tal manera que cumpla con las dimensiones establecidas para cada elemento estructural.
4.5.5 Finalización y entrega de la obra de Taller	21.16 Recepciones de Obra 21.16.1 Recepciones para estimaciones	Juego completo de planos	ASTM ACI ASSTHO	En la entrega de la obra se verificara que lo construido y que se está recibiendo cumple con

	21.16.2 Recepciones Preliminares 21.16.3 Recepción Final			todo lo establecido en el juego de planos presentados y que está en base a las especificaciones técnicas, así como también se revisaran las estimaciones para verificar que los costos no estén fuera de lo presupuestado o el precio ajustado.
--	---	--	--	---

Tabla 4.18: Cuadro Resumen de la metodología aplicada

Antes de realizar la entrega de la obra, se necesitan realizar los procesos de supervisión en las diferentes áreas que no fueron abarcadas en la investigación como, por ejemplo:

- Supervisión de Instalaciones Hidráulicas.
- Supervisión de Instalaciones Mecánicas.
- Supervisión de Instalaciones Eléctricas.

Dichos procesos de supervisión no deben dejarse de lado al momento de realizar la supervisión de cualquier obra, siempre y cuando existan esas instalaciones en una obra de construcción.

4.5.5 Fase 5: Finalización y entrega de la obra (Sección 3.3.5)

En esta fase junto con el contratista se dio un recorrido por la edificación ya terminada con el objetivo de corroborar mediante planos corregidos que la edificación fue efectuada según se indica y de haber algún problema indicárselo para su resolución y posteriormente de solventar esto dar como recibido el edificio. Pero debido a lo anterior, en el proyecto ejemplo no se aplicará debido a que el proyecto ya fue finalizado con anterioridad.

De esta fase no se puede mencionar mucho como lo explicamos en el capítulo 3 ya que no se tiene la información necesaria para ello.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones.

5.1 Conclusiones

1. En El Salvador a pesar de haber tenido un auge las construcciones en altura no existen registros detallados de los procesos de supervisión que se llevaron a cabo en las obras de viviendas en altura ejecutadas por instituciones públicas en las décadas de 1950 a 1970 esto debido a que muchas de estas instituciones desaparecieron y con ellas todos sus archivos.
2. En años recientes las construcciones de viviendas en altura por parte de empresas de construcción han retomado la iniciativa, debido a la falta de espacio horizontal en las ciudades para la construcción de viviendas tradicionales, sobre todo en el área metropolitana de San Salvador.
3. Como cualquier obra de construcción, las viviendas en altura requieren de procedimientos de supervisión adecuados, con el objetivo de garantizar un espacio seguro a la integridad física de las personas que habitaran en ellas, es por ello que se requiere de una metodología para supervisar de manera correcta las obras de construcción.
4. La supervisión estructural de obras es un área de suma importancia en la Ingeniería Civil, ya que, en toda obra de construcción se requiere de ella, y es a través de esta que se asegura que todos los procedimientos son bien ejecutados y apegados a los planos estructurales y especificaciones técnicas, desde aspectos administrativos, así como técnicos.

5. Es necesario que se cuente con la experiencia profesional necesaria y una metodología, para desempeñar de manera adecuada la supervisión estructural de una obra, ya que el conocimiento y la experiencia van de la mano, esta última se aprende de aciertos y equivocaciones.
6. En nuestro país no existe un manual o norma técnica que indique el procedimiento de supervisión de obras necesario a llevar a cabo en las obras de construcción, es decir, una metodología basada en procedimientos para la ejecución por lo cual es de suma importancia presentar este estudio para la supervisión estructural para viviendas de altura.
7. Las Universidades deben contribuir a que los futuros profesionales, obtengan a través del estudio en las aulas, un mejor panorama de las actividades dentro del que hacer del ejercicio profesional como ingenieros civiles. Así como también fomentar el buen desenvolvimiento en sus relaciones laborales. Tomar en cuenta a la vez que los valores como la honestidad, honradez y conducta notoria en el desempeño.
8. A través del tiempo las técnicas constructivas o procesos constructivos cambian y equipos de construcción evolucionan haciéndose más complejos por lo que la supervisión de obras de construcción debe de adaptarse a estos cambios, haciéndose necesaria una capacitación constante al personal constructivo según su función.

9. La supervisión estructural es solo una pequeña parte del proceso general de la supervisión de una obra de construcción, ya que, dependiendo de la complejidad de la obra, se deben de completar los procesos de supervisión de instalaciones hidráulicas, mecánicas, eléctricas, etc.
10. La propuesta metodológica planteada es una alternativa para llevar a cabo los procesos de supervisión estructural para garantizar que los procesos constructivos empleados en la obra sean los adecuados y que estén basados en Reglamentos y Normas de construcción.
11. La metodología planteada en la investigación para desarrollar cada procedimiento de la supervisión estructural está fundamentada en la aplicación de Normas Técnicas, Reglamentos de Construcción y Leyes vigentes en el país.
12. Antes de poder ejecutar los procesos de supervisión estructural en la obra construcción, es necesario que se haga una revisión completa de toda la documentación contractual incluyendo planos estructurales y especificaciones técnicas, así como presupuestos de la obra, con el objetivo de detectar si existe alguna deficiencia y garantizar que todos los procesos constructivos se llevaran a cabo de manera correcta siguiendo lo establecido en Reglamentos y Normas aplicadas en el diseño y en la construcción.
13. A través de la aplicación de la metodología propuesta en la investigación realizada en el proyecto seleccionado, se detectaron algunas deficiencias

en los planos estructurales con respecto a lo indicado en los Reglamentos de diseño, las Normas aplicadas en su diseño y las Especificaciones Técnicas.

5.2 Recomendaciones

1. Es necesario que El Salvador cuente con una normativa que indique los procedimientos esenciales que se necesitan llevar a cabo en el proceso de supervisión estructural de cualquier obra de construcción.
2. Es importante que el supervisor tenga un conocimiento amplio de las leyes, códigos y normas, tanto nacionales como internacionales. Normas legales para administrar he inspeccionar de manera adecuada toda la documentación contractual de la obra.
3. Que las Universidades mantengan actualizados documentos como normas técnicas, reglamentos de construcción, así como libros de texto respecto a procedimientos constructivos.
4. En caso de no existir una materia que aborde de manera directa la supervisión de obras civiles, se debe de incluir dentro del programa de las asignaturas de la carrera de ingeniería civil, con el objetivo que los estudiantes cuenten con los conocimientos necesarios para supervisar cualquier obra de construcción.

5. Incentivar a futuros profesionales a dar continuidad a este tema de investigación en el área de la supervisión estructural para obras metálicas y de mampostería para poder cubrir todas las áreas de la construcción que urgen de una mejor supervisión.
6. Se debe estar consciente que la aplicación de la metodología planteada en la investigación únicamente será vigente siempre y cuando las Normas Técnicas, Reglamentos de Construcción y Leyes aplicadas, no sufran grandes cambios.
7. Antes de comenzar a ejecutar cualquier obra de construcción, se debe asegurar que tanto los planos estructurales, así como las Especificaciones Técnicas, cuenten con toda la información necesaria para evitar problemas al momento de la ejecución de la obra y no solicitar cambios que puedan ocasionar retrasos en la obra.
8. Antes de entregar de manera completa la obra de construcción que se esté supervisando, se deben de completar los demás procesos de supervisión que sean necesario en la obra, que pueden ser Supervisión de instalaciones hidráulicas, eléctricas, mecánicas, geotecnia, y topográfica.

Glosario

Auditor: Persona capacitada y experimentada que se designa por una autoridad competente, para revisar, examinar y evaluar los resultados de la gestión administrativa y financiera de una dependencia o entidad, con el propósito de informar o dictaminar acerca de ellas.

Constructor: Se aplica a la persona o empresa que construye edificios, obras de arquitectura o ingeniería.

Contratista: Es la persona natural o empresa que es contratada por una organización o particular para la construcción de un edificio, carretera, instalación o algún trabajo especial.

Consultor: Es un profesional o empresa que provee de consejo experto en un dominio particular o área de experiencia.

Consultoría: Es un servicio profesional prestado por empresas, o por profesionales en forma individual con experiencia o conocimiento específico en un área.

Contrato: El contrato es un acuerdo de voluntades, verbal o escrito, manifestado en común entre dos o más personas con capacidad (partes del contrato), que se obligan en virtud del mismo, regulando sus relaciones relativas a una determinada finalidad o cosa.

Contrato Llave en Mano: Se denomina llave en mano a aquellas obras de ingeniería donde ingenieros y constructores son la misma entidad, dejando pues en solo dos el número de agentes, siendo el promotor y el agente los que intervienen en dicha obra.

Centro Urbano: El centro urbano es la zona principal donde se hacen los negocios, y en torno a la cual se disponen las demás funciones de la ciudad, desde la administración a la residencia.

Crecimiento poblacional: El crecimiento poblacional o crecimiento demográfico es el cambio en la población en un cierto plazo, y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población por unidad de tiempo para su medición.

Desarrollo Sostenible: El desarrollo sostenible o sustentable hace énfasis en la reconciliación entre el crecimiento económico, los recursos naturales y la sociedad, evitando comprometer la posibilidad de vida en el planeta, ni la calidad de vida de la especie humana.

Empalme: Es la unión o enlace de dos varillas de acero reforzado.

Empresa consultora: Es un tipo de empresa que trabajan con independencia de los intereses de firmas comerciales o de fabricación, para realiza proyectos altamente especializados en materias tales como energía nuclear, ingeniería de procesos, modelos de simulación, diseño estructural, urbanísticos, entre otros.

Empresa constructora: Es una organización que fundamentalmente posee capacidades administrativas para desarrollar y controlar la realización de obras.

Estribo: Barra o alambre doblados que abraza el refuerzo longitudinal.

Especificaciones Técnicas: Documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos

Expansión descontrolada: Es la ampliación del espacio que ocupa algo pero que se da sin ningún tipo de control.

Factor de amplificación: Es el incremento de las cargas nominales máximas, de tal manera que con ellos se aumenta, la probabilidad de que las cargas sean excedidas.

Factor de reducción: Es la reducción de las cargas nominales mínimas, de tal manera que con ellos se disminuye, la probabilidad de que las cargas no sean alcanzadas.

Ganchos: Es un gancho de acero en el extremo de un estribo con un ángulo y longitud determinada.

Inspector: Es la función que tiene una persona de verificar el cumplimiento de las normas laborales y de Seguridad social y sancionar las infracciones.

Inspectoría: Es la función del Estado o institución privada (bancos, financieras, etc.) de verificar el cumplimiento de las normas laborales y de Seguridad social y sancionar las infracciones.

Junta de construcción: Muesca moldeada, aserrada o labrada en una estructura de concreto para crear un plano de debilidad y regular la ubicación

de la fisuración resultante de las variaciones dimensionales de diferentes partes de la estructura.

Longitud de desarrollo: Longitud de embebido del refuerzo, incluyendo torones de preesforzado, que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.

Metodología: Es un conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos.

Obrero: Persona que tiene por oficio hacer un trabajo manual o que requiere esfuerzo físico y que es empleada por otra persona, especialmente en una industria o en el sector de la construcción y recibe remuneración por ello.

Planos: Representación gráfica de elementos estructurales, hidráulicos, eléctricos, topográficos, etc., que siguen unas ciertas normas para su dibujo y su posterior interpretación.

Precariedad: Es la carencia o falta de los medios o recursos necesarios para algo.

Recubrimiento: Distancia entre la superficie externa del refuerzo embebido y la superficie externa más cercana del concreto.

Refuerzo: Elemento de acero o elementos embebidos en el concreto.

Resistencia: Es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse.

Supervisión: Es la inspección que hace quien tiene autoridad para ello del trabajo realizado por otras personas, para comprobar que está bien hecho.

Supervisión estructural: Es la inspección que hace quien tiene la autoridad supervisar el trabajo realizado por otras personas en el área de los elementos estructurales que componen una obra, para comprobar que está bien hecho.

Supervisor: El Supervisor es la persona natural o jurídica calificada y competente, designada por el propietario de la obra que puede ser una persona natural o jurídica, a través de un contrato, para que supervise el correcto desarrollo de una obra de construcción y se ejecute según lo descrito en el plano de construcción.

Supervisión Externa: La supervisión externa está principalmente orientada a la función administrativa del Control; por lo general, el supervisor externo no ejerce autoridad sobre los trabajadores, ni delega responsabilidades entre ellos, y su nivel de comunicación con los obreros es limitado.

Supervisión Interna: La supervisión interna es la encargada de realizar las evaluaciones necesarias para facilitar el trabajo a la supervisión externa.

Tugurios: Es toda casa precaria o instalada al margen de la ley, que comúnmente está hecha de materiales como laminas metálicas, madera, cartones o plástico.

Vivienda: Es toda aquella construcción preparada para que vivan en ella las personas.

Viviendas en altura: Es toda aquella construcción preparada para que vivan en ella las personas que por lo general se encuentra varios metros sobre el nivel del suelo, una sobre la otra.

Zona confinada: Es el espacio en donde el refuerzo transversal en vigas y columnas deben de colocarse a una separación menor cercana a los apoyos para resistir los esfuerzos por cortante.

Bibliografía

Libros

- Centro Centroamericano de Población (CCP), Universidad de Costa Rica (UCR), Costa Rica, Moran Mendoza, José David, (2001). Guerra y Migración Interna en El Salvador 1978 – 1991, Cap. 15.
- Ediciones MIANO Ingenieros & Arquitectos, Perú, (2011). Supervisión de obras públicas y privadas, Pág. 6.
- McCormac, Jack C., Brown, H. Russell, Estados Unidos (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”, Capítulo 9, Sección 9.5, Página 264. Capítulo 18, Sección 18.3, Página 541.
- Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC), México (1999). Manual para supervisar obras de concreto, ACI 311-99, Capítulo 9, Páginas 83-85. Capítulo 13, Página 126.

Leyes y Reglamentos

- American Concrete Institute, Estados Unidos, (2005). “Reglamento para concreto estructural (ACI 318 - 05)”, Capítulo 1, Sección 1.2.
- American Concrete Institute, Estados Unidos, (2014). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructura (ACI 318 - 14)”, Secciones 7.7.2.3, 9.7.6.2.3, 15.4.2.2 18.4.2.4, 18.4.2.5, 18.4.3.3, 18.4.3.4, 18.4.3.5, 20.6.1.3.1, 20.6.1.3.2, 20.6.1.3.3, 24.4.3.3, 25.2, 25.4.2, 25.6, 25.7.1,

25.7.2, 26.4, 26.4.1.2, 26.4.1.3, 26.4.1.4, 26.4.2.1(a), 26.5.6.2, 26.5.6.2 (d), (e) y (f), 26.6.2.1.

- Ministerio de Hacienda, El Salvador (2011). Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP). Título VI, Cap. III, pág. 62, Art. 125.
- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Reglamento para la seguridad estructural de las construcciones”.
- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Reglamento de la Ley de Urbanismo y Construcción”.
- Ministerio de Trabajo y Previsión Social, El Salvador, (2010). "Reglamento General en Materia de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo", Art. 106 - 108, Págs. 28 – 29.
- Oficina de Planeamiento del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), (2009). Reglamento a la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) y de los Municipios Aledaños, Artículos VI. 3 y VI. 4.

Normas Técnicas

- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Norma Técnica Para Diseño Por Sismo”, Página 1.
- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Norma técnica para el diseño por viento.”, Página 1.

- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Norma Especial Para Diseño y Construcción de Viviendas”, Página 1.
- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Norma Técnica Para Control de Calidad de los Materiales Estructurales.”, Página 1.
- Ministerio de obras públicas. El Salvador, (1994). “Norma técnica para diseño de cimentaciones y estabilidad de taludes”, Página 1.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Perú (2010). Norma G.050 “Seguridad durante la construcción), Sección 23.

Manuales

- Dr. Hernández Flores, Héctor David, Ing. Herrera Coello, Fredy, Ing. Argueta, Erick Armando, Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), El Salvador, (1998). “Planos de taller del acero en estructuras de concreto reforzado, por computadora”, Págs. 53 - 86.
- Ing. Mec. Velázquez Alcalá, M. Francisco. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), México (2010). “Manual práctico para soldar y supervisar acero de refuerzo”, Capitulo 4, Sección 4.1, Página 17.

Tesis

- Arq. Peñate De Monge, Ilsy (2008), Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). “La vivienda popular en altura como solución

habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos”, Pág. 18 – 20, Pág. 47.

- Arq. Rodríguez Montaña, Felipe, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (2004). Método para una adecuada supervisión de obra en los procesos constructivos, Pág. 12 - 13, 21 – 22, 44.
- Amaya Valencia, Mauricio Alfredo, Díaz Acosta, Carlos Ernesto, Universidad de El Salvador (UES), El Salvador, (2011). Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas: “ingeniería de materiales” y “tecnología del concreto”, Págs. 32 - 35, 41 - 44, 56.
- Ing. Sánchez Gutiérrez, Rodolfo, Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), México, (1993). "Supervisión Técnica y Administrativa de Obras", Págs. 42 - 43, 48, 53 - 56, 63.

Artículos

- Solís Carcaño, Rómel G., (2004), La Supervisión de obra, Páginas 55 y 56.

Investigaciones

- Arq. García González, Rodolfo J., Colegio de Ingenieros Arquitectos del Estado de Hidalgo, México, (2014). Seguridad Estructural en las edificaciones: “Criterios de estructuración de edificios”

- Gutiérrez Poizat, Sandra, Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, El Salvador. (2014). Arquitectura Moderna en El Salvador, Tabla II, Pág. 3.
- Instituto Eduardo Torroja, España (1987). Edificios de Gran Altura. Pág. 103.

Sitio de internet

- Supervisión - https://www.academia.edu/8396478/supervision_Cap.1, pág. 25.
- Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, El Salvador. Código de Ética - <http://asiasv.org/codigo-de-etica/>
- “Supervisión de techos en las edificaciones” <http://e.se-todo.com/doc/1565/index.html?page=5>
- Diario “La Página”, El Salvador, (2016). “Vivienda en altura, una opción o una necesidad en San Salvador”
<http://www.lapagina.com.sv/nacionales/119474/2016/07/11/Vivienda-en-altura-una-opcion-o-una-necesidad-en-San-Salvador>
- Diario1, El Salvador, (2014). FOTOGALERÍA| Nuevas construcciones cambian rostro de San Salvador.
<http://diario1.com/nacionales/2014/05/fotogaleria-nuevas-construcciones-cambian-rostro-de-san-salvador/>

- Ministerio de Obras Públicas (MOP), El Salvador (2009). “Historia - Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano”
http://www.mop.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=54
- CASALCO. Objetivos empresariales
<http://www.casalco.org.sv/contenido.php?superior=3&contenido=18>
- FONAVIPO. Tabla de Salarios familiares máximos y financiamiento
<http://www.fonavipo.gob.sv/index.php/servicios/servguia.html>

ANEXOS

ANEXOS. Capítulo 2: Generalidades

Anexo 2.1: Modelo de contratación de la supervisión

CONTRATO No. _____

Nosotros (**Nombre**), de (años) de edad, (Profesión), del (domicilio), portador de mi Documento Único de Identidad (Número de dui), Número de Identificación Tributaria _____, en mi calidad de Propietario de _____, con Número de Identificación Tributaria cero _____, en adelante se llamara _____, y _____ de _____ años de edad, **Ingeniero Civil**, del domicilio de _____-, con Documento Único de Identidad Número _____, con Número de Identificación Tributaria _____, actuando en mi calidad de Representante Legal de la Sociedad, _____, que se puede abreviar _____., con Número de Identificación Tributaria _____ guion _____, que en adelante se denominará "**LA CONSTRUCTORA**"; por medio del presente documento **OTORGAMOS**: Que hemos convenido en celebrar el presente contrato de **SERVICIO** conforme a las cláusulas siguientes:

PRIMERA: OBJETO DEL CONTRATO. **LA CONSTRUCTORA** se compromete a ejecutar el **SERVICIO DE SUPERVISION**, proveniente del **Concurso Público** Número _____, denominado _____

SEGUNDA: DISPOSICIONES GENERALES: Las expresiones que se definen en los datos del presente Contrato conservan el significado que allí se les asigna y no se vuelven a definir en los sucesivos (las condiciones del Contrato). **a) Fecha de Aceptación:** Fecha de formalización del contrato en la que se suscriba el instrumento; **b) Contratante:** _____; **c) Contratista:** Empresa oferente adjudicataria del concurso de Supervisión, **d) Contrato:** Instrumento celebrado entre el contratante y la contratista; **e) Defecto:** Cualquier parte de las actividades de Supervisión que no haya sido completada conforme a los términos de referencia;

f) Días: Cuando en el texto no se especifique otra cosa, se entenderá que se refiere a días calendario; **g) Equipos:** Maquinarias y/o vehículos, equipo de oficina y de campo del contratista que hayan sido trasladados transitoriamente al lugar de ejecución de la obra, con el objeto de realizar las actividades de Supervisión; **h) Fecha de iniciación:** Fecha de la orden de inicio que emita por escrito el contratante a través de su Gerente de Proyecto y fije para el desarrollo de actividades de la supervisión; **i) Fecha de Terminación:** Fecha de culminación de las actividades de supervisión, certificada por el contratante; **j) Supervisión:** Personal técnico contratado y aprobado por la _____, responsables de supervisar la ejecución de las actividades de la contratista y los Administradores del Contrato; **k) Ley Vigente:** Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública, su Reglamento y cualesquiera otras disposiciones que tengan fuerza de ley en la República de El Salvador; **l) _____,** para los efectos del contrato actuando como contratante; **m) Orden de Inicio:** Documento emitido por el contratante a la contratista, por medio de los Administradores del Contrato el cual determina la fecha de inicio de las labores. **n) Período de Corrección de Defectos:** Período a ser determinado por la contratista a fin de determinar el plazo a otorgar al constructor para la corrección de los defectos posteriores a la recepción provisional de la obra de acuerdo a lo establecido en la Ley LACAP; **o) Personal:** Los empleados que laboran para la contratista para la prestación de los servicios; **p) Plazo Propuesto de Terminación de ejecución de las Obras:** Plazo en que se prevé que la contratista de obra debe terminarlas y que se especifica en este contrato. Únicamente puede modificarse esta fecha mediante la concesión de una prórroga, por medio de una Resolución Modificativa aprobada por el Titular; **q) Precio del Contrato:** Precio especificado en este contrato; **r) Resolución Modificativa:** Documento por medio del cual se podrá modificar el contrato; **s) Zona de Obras:** Área definida en los planos que forman parte integral de este contrato. La zona de obras está ubicada en el lugar designado por el contratante del proyecto; **t) Bitácora:** documento que funcionará como la única vía de comunicación admisible en aspectos estrictamente técnicos entre la empresa ejecutora de la

obra y la supervisión asignada en la ejecución del proyecto, su uso será recíproco y en ella se hará constar los aspectos importantes concernientes en el desarrollo del mismo, pudiéndose hacer observaciones y recomendar acciones correctivas para su buen desarrollo. Cualquier autorización no escrita en el documento no tendrá validez alguna y se tendrá que asumir las responsabilidades del caso por la parte que la emitió. **u) Fuerza Mayor y Caso fortuito.**

Definición: **1)** Para los efectos de este contrato, "Fuerza Mayor", significa un evento ocasionado con la intervención del hombre, que escapa al control de una de las partes y el cual hace que el cumplimiento de las obligaciones contractuales de esa parte resulte imposible o impráctico en atención a las circunstancias. Esto incluye, pero no se limita a: guerra, motines, disturbios civiles, incendio, explosión, huelgas, cierres empresariales u otras acciones de tipo industrial (excepto cuando tales huelgas, cierres o acciones industriales, están bajo el control y pueden ser impedidas por la parte que invoca la fuerza mayor, confiscación o cualquier otra acción tomada por organismos gubernamentales; y "Caso Fortuito" significa un evento ocasionado por la naturaleza como terremoto, tormenta, inundación u otras condiciones climáticas adversas, **2)** No se considerará fuerza mayor, **i)** ningún evento causado por la negligencia o intención de una de las partes, agentes o empleados de esa parte, **ii)** La insuficiencia de fondos o la falta de cualquier pago requerido en virtud del presente contrato. Medidas a Adoptarse: **a)** La parte afectada por un evento de Fuerza Mayor deberá tomar, todas las medidas apropiadas a fin de eliminar el impedimento que exista para el cumplimiento de sus obligaciones en virtud de este contrato. **b)** La parte afectada por un evento de fuerza mayor, notificará a la otra parte sobre dicho evento a la mayor brevedad posible, y en todo caso a más tardar cinco (05) días calendarios, después de ocurrido el evento, proporcionando evidencia sobre la naturaleza y el origen del mismo. En forma similar notificará sobre la normalización de la situación. **c)** Las partes adoptarán todas las medidas que sean necesarias para atenuar las consecuencias de cualquier evento de fuerza mayor.

TERCERA: DOCUMENTOS CONTRACTUALES: Forman parte integral del presente contrato los documentos siguientes: **a)** La Base de Concurso Público No. _____-**b)** Adendas y/o aclaratorias si las hubiese, **c)** La oferta Económica y Técnica de la contratista, **d)** Resolución del Recurso de Revisión y de Re Adjudicación Número _____, **e)** Las resoluciones modificativas si las hubiese, **f)** Las garantías, **g)** Los planos; **h)** La bitácora y todos los documentos de control que las partes involucradas consideren llevar para el respaldo de las diversas actividades y cualquier otro documento que emanare del presente instrumento. **En caso de controversia entre estos documentos y el contrato, prevalecerán los términos del contrato, siempre y cuando estos se encuentren en armonía con el resto de documentos contractuales.**

CUARTA: PLAZO: La Contratista se compromete a entregar el proyecto objeto de este contrato en un plazo de _____, contados a partir de la fecha establecida en la Orden de Inicio que emita la _____ y el contrato debidamente legalizado. Este tiempo se encuentra dividido de acuerdo al siguiente detalle: **a) Etapa de Revisión de documentos contractuales:** duración ____ días calendario. **b) Etapa de la Supervisión de la Construcción de la Obra:** Duración _____ días calendario, a partir de la fecha de la orden de inicio emitida a la empresa constructora y de recibido el anticipo. **c) Etapa de Liquidación del Contrato de Construcción:** _____ días calendario a partir de la fecha de recepción final del proyecto con las observaciones superadas.

QUINTA: PRECIO Y FORMA DE PAGO: _____, se obliga a pagar por el Servicio de Supervisión del Proyecto la cantidad de _____, valor que incluye el Impuesto a la transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios. Este monto podrá variar, aumentar o disminuir de acuerdo a las necesidades de la _____ y de acuerdo a la disponibilidad presupuestaria. **FORMA DE PAGO:** Este monto será cancelado de forma parcial por _____, a través de su contadora la Cuenta Corriente número _____ a nombre de _____, del Banco BANCO _____, S.A., dentro

de un plazo de _____ días calendario contados a partir de la emisión de quedan, por las facturas de consumidor final y/o comprobante de crédito fiscal, debidamente firmadas y selladas con el nombre, firma y NIT del Gerente de proyecto de Contrato. Para los pagos mensuales, se deberá presentar la siguiente documentación: a) Factura de Consumidor Final debidamente firmada y sellada por el/los Administradores de Contrato, b) Resolución Modificativa debidamente firmada y autorizada por el Titular, si la hubiere (Justificación y Balance de Obra), **c) Informe mensual del proyecto**, que incluya fotografías de la obra ejecutada en el período, debidamente identificada, autorizado por el/los administradores de contrato. Dichas facturas deberán presentarse para cobro, a más tardar dentro de los primeros cinco días hábiles del mes siguiente. Para el pago final, deberá presentar la siguiente documentación: a) Acta de Recepción Provisional. b) Acta de Recepción Definitiva, en la que conste que se ha recibido el Proyecto a satisfacción, por parte del Gerente de Proyecto, y el Informe Final. e) Informe final del proyecto, autorizado por el Gerente de Proyecto.

SÉPTIMA: GARANTÍAS: Para garantizar las obligaciones emanadas del presente contrato el contratista se obliga a presentar las garantías en los plazos que a continuación se detallan: **a) GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DE CONTRATO**, equivalente al diez por ciento del valor total del contrato, para asegurar que cumplirá con todas las cláusulas establecidas en este contrato y que la obra será entregada y recibida a entera satisfacción. Esta garantía se incrementará en la misma proporción en que el valor del contrato llegase a aumentar y deberá permanecer vigente por el período de _____ a partir de la fecha de su emisión, la cual deberá ser presentada en un periodo de diez días hábiles, después de recibir el contrato debidamente legalizado; **b) GARANTÍA DE BUEN SERVICIO**, equivalente al ____ por ciento del monto final de contrato, para garantizar que todos los servicios de profesionales en la supervisión, incluyendo materiales y equipos suministrados y utilizados han estado de acuerdo a las normas vigentes de construcción aplicables en el país y con las estipulaciones de este contrato. Por lo que al finalizar la Supervisión de la obra y sea esta recibida definitivamente,

presentará a LA CLINICA, la garantía de buena obra, emitida de acuerdo a lo contemplado en el apartado ____ de la Base de Concurso, la cual tendrá una vigencia de _____ contados a partir de la recepción final, esta garantía deberá presentarse a la PNC, en un plazo de diez días hábiles para su aprobación; después de firmada la recepción definitiva del proyecto; la responsabilidad por vicios ocultos, errores y desperfectos de la obra, será imputable según corresponda, al constructor, la que prescribirá en los plazos establecidos en el derecho común, (CODIGO CIVIL), si después de practicada la liquidación se comprobare vicios ocultos errores y desperfectos, se deberá ejercer las acciones legales correspondientes, para el resarcimiento de los daños y perjuicios causados,

NOVENA: INICIO DE LA SUPERVISIÓN: a) **ORDEN DE INICIO:** El contratante notificará por escrito al contratista la fecha de inicio de la prestación de sus servicios a fin de que se comience a contar el plazo para la realización de la supervisión, b) **CONOCIMIENTO DE DOCUMENTOS DE CONTRATO DE CONSTRUCCION E INSPECCION DEL SITIO:** EL supervisor estará obligado a conocer y estudiar todas las estipulaciones contenidas en los documentos contractuales que regirán la relación entre el constructor y el contratante, a fin de detectar cualquier error, omisión o contradicción que pudiera existir en estos documentos y que pudieran resultar en inconveniencias de cualquier clase. Asimismo, estará obligado a efectuar visitas de inspección al sitio de la obra para asegurarse que el mismo no haya sufrido cambios sustanciales que puedan afectar el desarrollo de las obras, asegurarse de que todos los puntos de referencia se encuentran claramente establecidos en los documentos de construcción y que por consiguiente no existen condiciones que impidan que el sitio le sea entregado al constructor. Si de la inspección de los documentos y/o de las visitas realizadas se encuentran que existen omisiones, contradicciones entre los planos y demás documentos o que el sitio ha sufrido cambios o que existen deficiencias en los diseños y aspectos de referencia, necesarios para la construcción, procederá a informarlo al contratante dentro de los quince días siguientes de recibir su orden de inicio, a fin de que se corrijan los problemas o deficiencias que puedan

influir en el contrato de construcción. **C) ORDEN DE INICIO Y ENTREGA DEL SITIO O ZONA DE TRABAJO AL CONSTRUCTOR:** El supervisor será el responsable de que en la fecha establecida por el contratante se entregue el sitio o zona de trabajo del constructor. Para tal efecto se asegurará de que se efectúe una inspección conjunta a dicho sitio, entre el supervisor, el constructor y los administradores de contrato, a fin de inspeccionar la zona de trabajo y determinar las condiciones en las que se entrega la misma al constructor. Los resultados de dicha inspección se consignarán en el acta del sitio, la cual deberá ser firmada por los administradores de contrato, el supervisor y constructor. **D) PROGRAMA DE TRABAJO:** El supervisor será el responsable de exigir al constructor la presentación del programa de trabajo de acuerdo a lo establecido en el contrato de construcción, a fin de aprobarlo o devolverlo con observaciones, a fin de ser subsanadas por la empresa constructora. **E) PERMISOS Y LICENCIAS:** Cerciorarse que todos los permisos y/o licencias necesarias para la realización de la construcción han sido tramitados por el Contratante y que se encuentren vigentes, caso contrario, la Supervisión coordinará con la empresa constructora para que efectúe las gestiones correspondientes a fin de contar con los permisos actualizados para el proyecto. Posteriormente, informará de forma inmediata de dicha situación al Contratante.

DÉCIMA: RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR: **a)** Verificar que la ejecución de la obra se está realizando de acuerdo con la programación de trabajo presentada por la empresa constructora, mediante examen diario del avance de la obra. **b)** Registrar en bitácora las indicaciones y responder a las consultas técnicas del constructor y viceversa. **c)** Presentar informes semanales y mensuales ante EL GERENTE DE PROYECTO., **d)** Asesorar al contratante en todo momento, en situaciones relacionadas al proyecto, tomando en consideración aspectos de economía financiera, de tiempo y de procesos constructivos enmarcados en la normativa vigente, **e)** Controlar el desempeño y comportamiento tanto de su

personal como el de la empresa constructora dentro de las instalaciones, **f)** Dar seguimiento y cumplimiento a la Normativa de Seguridad Industrial

DÉCIMA PRIMERA: AUDITORÍA Y REGISTROS: **1)** El supervisor llevará libros de registros, documentos y otras pruebas contractuales y utilizará de manera uniforme, procedimientos y prácticas contables que sean suficientes para mostrar debidamente todas las transacciones que se realicen en virtud del contrato o en relación con el mismo. Para efectos de este apartado, constituye “REGISTROS” todo lo mencionado anteriormente. **2)** El supervisor llevará dichos registros durante el plazo de vigencia del contrato y los conservará durante un período de cinco años después de la liquidación final. Sin embargo, los registros que tengan que ver con controversias, con litigación o con la liquidación de reclamaciones que surjan previa resolución de este contrato, se conservarán hasta que se haya resuelto definitivamente dichas controversias, litigaciones o reclamaciones. **3)** Todos los registros serán sometidos a inspección y auditoría por el contratante (o sus agentes autorizados). El supervisor facilitará al contratante los medios adecuados para efectuar dicha inspección y auditoría, **4)** El supervisor se compromete además a incluir en todos los subcontratos que celebre en virtud de este contrato, una cláusula en el sentido de que el subcontratista accede a que el contratante o cualquiera de sus agentes autorizados tenga acceso y el derecho de examinar hasta que hayan transcurrido cinco años después de la liquidación final, conforme al subcontrato, todos los registros de dicho subcontratista que tengan que ver con las transacciones relacionadas con el mismo, así como incluir cláusula en que se pacte la confidencialidad de las documentos que conozcan en razón del contrato.

DÉCIMA SEGUNDA: DELEGACIÓN DE FUNCIONES: La Supervisión no podrá, delegar sus deberes y responsabilidades en otras personas, salvo las que hayan sido expresamente autorizadas para ello dentro del marco legal vigente.

DÉCIMA TERCERA: COMUNICACIONES: Las comunicaciones cursadas entre las partes, a las que se hace referencia en las Condiciones del presente Contrato, sólo surtirán efecto cuando sean formalizadas por escrito. Se entregará a un representante autorizado de la Parte a la que esté dirigida, o se enviará por correo certificado o correo electrónico a dicha parte. Toda notificación surtirá efectos cuando sea recibida en la siguiente dirección:

DÉCIMA CUARTA: SUBCONTRATACIÓN: El supervisor podrá subcontratar previa autorización DE LA CLINICA, los servicios correspondientes necesarios para el buen desarrollo del proceso constructivo. El subcontratista deberá cumplir con todo lo que especifica en esta base; si alguna de las fases del trabajo a realizar, considera el ofertante darlas por subcontrato, deberá especificar claramente esta condición **en su plan de trabajo** según su oferta. Si durante la ejecución del proyecto, se comprueba un incumplimiento de la condición ofertada, se hará efectiva la garantía de fiel cumplimiento. Cualquier subcontratación debe ajustarse a lo que establecen los términos de referencia. El producto del o los subcontratos es de responsabilidad total del **Contratista**. Las firmas o el profesional independiente **que se subcontraten** deben estar aprobados por _____, previo a su contratación, y para este fin deberán proporcionar la siguiente información: área de los trabajos a subcontratar y las razones, los currículos vitae de los profesionales y técnicos, iniciación de actividades, el tiempo que durará el subcontrato y su ubicación en el contrato, tanto técnica como cronológico. _____ no tendrá compromiso alguno con los subcontratistas o profesionales propuestos y en caso que uno de ellos sea el causante de atrasos o conductas inapropiadas el supervisor y el propietario tendrán toda la autoridad de ordenar que sea sustituido inmediatamente.

DÉCIMA QUINTA: PERSONAL: El contratista deberá constatar que el personal propuesto por el constructor sea en la cantidad y que posea la capacidad y experiencia necesaria, para garantizar que los procedimientos de construcción sean eficientemente ejecutados, así como

también aquellos imprevistos debido a situaciones de fuerza mayor, sean bien resueltos en forma rápida y adecuada suministrando una óptima solución técnica.

DÉCIMA SEXTA: RIESGOS DEL CONTRATISTA: Correrán por cuenta del Contratista todos los riesgos de pérdidas o daños que sufran los bienes materiales y las lesiones o muerte que se produzcan en las personas durante el período de cumplimiento del presente Contrato o como consecuencia del mismo y que no constituyan riesgos de excepción.

DÉCIMA SÉPTIMA: REUNIONES DE ADMINISTRACIÓN: La Contratista podrá solicitar al GERENTE DE PROYECTO y a la empresa constructora la asistencia a reuniones de administración y viceversa. El objetivo de éstas reuniones será la de revisar la programación de los trabajos en ejecución y pendientes, así como también resolver asuntos planteados oportunamente, estas reuniones serán semanales o dependiendo de la importancia del evento, podrán ser convocadas en un menor tiempo. La Supervisión deberá llevar un registro, de lo tratado y acordado en las reuniones de administración y suministrar copias del mismo a los asistentes.

DÉCIMA OCTAVA: AVISO ANTICIPADO OPORTUNO: La Contratista deberá avisar de inmediato a los Administradores del contrato, problemas específicos o circunstancias que puedan perjudicar la calidad de los trabajos, o demorar la ejecución de las Obras. Los Administradores del contrato podrán solicitar, que la Contratista entregue una estimación de los efectos esperados del hecho o circunstancia futura en el Precio del Contrato y el Plazo Propuesto de Terminación. La Contratista deberá proporcionar dicha estimación inmediatamente.

DÉCIMA NOVENA: PRORROGA DEL PLAZO PROPUESTO DE TERMINACION (PLAZO DEL CONTRATO): Podrá prorrogarse el plazo a la contratista cuando la construcción de la obra amplíe su plazo por caso fortuito o fuerza mayor, siempre y cuando el pago de esta prórroga no sobrepase lo establecido en la ley. En caso de que la ampliación del plazo sea por causas

imputables al constructor, será éste quien asume el pago de los servicios de la empresa supervisora.

VIGÉSIMA: PRUEBAS DE LABORATORIO: Las pruebas de laboratorio de suelo y materiales serán hechas por el contratista, en el entendido que son pruebas de rigor para la aceptación de los materiales y procesos constructivos, cuyo costo será el incluido en la oferta presentada. Las pruebas inherentes a los equipos a suministrar que sirven para demostrar la funcionabilidad de los mismos, deben de ser hechas por el constructor y se encuentran dentro del pago de suministro y puesta en marcha de los equipos. El pago de las pruebas de la calidad de materiales y sondeos realizados durante la duración del proyecto será cubierto por el supervisor.

VIGÉSIMA PRIMERA: ÓRDENES DE CAMBIO: Si durante el período de ejecución surge algún problema de carácter técnico que amerite o justifique cambios en la obra, la supervisora será la encargada de solicitarle a la empresa constructora la presentación oportuna por escrito, para su revisión y aprobación, por lo menos una solución satisfactoria al problema planteado esta solución deberá presentarla sólidamente respaldadas por: a) Memorias de cálculos estructurales, civiles o de cualquier otra especialidad b) Presupuesto: desglose de precios unitarios; especificaciones, acordes con la obra, negociación de nuevos precios unitarios c) normas, especificaciones técnicas y justificación técnica correspondiente a obra nueva, aumento y/o disminución de obra contractual d) Planos.

VIGÉSIMA SEGUNDA: LIQUIDACIÓN FINAL: La Supervisión deberá emitir un Acta Provisional en la cual se detallarán los defectos a corregir y el plazo de corrección de éstos. La constructora al superar dichas correcciones procederá a informar a la contratista, según el tiempo establecido para la verificación correspondiente y posterior recepción final.

VIGÉSIMA TERCERA: INFORMES: Durante el tiempo de Supervisión de las obras de construcción, el contratista enviará al contratante informe de acuerdo a lo establecido.

VIGÉSIMA CUARTA: APROBACIÓN DE ESTIMACIONES DE PAGO: El Constructor deberá proporcionar a la Supervisión, estimaciones del valor de los trabajos realmente ejecutados en forma mensual. La Supervisión verificará las estimaciones del Contratista y dará fe de los montos que deben pagársele. La Supervisión determinará el valor de los trabajos ejecutados. El valor de los trabajos ejecutados comprende el valor de las cantidades terminadas de los rubros que constan en el Plan de Oferta. El valor de los trabajos terminados comprende la valoración de las estimaciones y se ajustará para tomar en cuenta las deducciones por concepto de anticipos y retenciones.

VIGÉSIMA QUINTA: RECEPCIÓN DEFINITIVA: Dentro del plazo máximo de los sesenta días desde la recepción provisional sin que se hayan comprobado defectos o irregularidades en la obra, o subsanados que fueren éstos por la empresa constructora, se procederá a la recepción definitiva por los funcionarios designados de acuerdo con las bases de concurso y cláusulas contractuales. Dicha recepción se hará mediante el acta correspondiente.

VIGÉSIMA SEXTA: VICIOS OCULTOS DE LA OBRA: La responsabilidad por vicios ocultos de la obra, será imputable según corresponda al constructor o al supervisor, la que prescribirá en los plazos establecidos en el derecho común. Si después de practicada la liquidación se comprobare vicios ocultos, se deberán ejercer las acciones legales correspondientes, para el resarcimiento de los daños y perjuicios causados.

VIGÉSIMA SÉPTIMA: PROHIBICIONES: Queda expresamente prohibido al contratista traspasar o ceder a cualquier título los derechos y obligaciones emanados del presente contrato. La trasgresión de esta, dará lugar a la caducidad del contrato procediéndose a hacer efectiva la Garantía de Cumplimiento de Contrato.

VIGÉSIMA OCTAVA: INCUMPLIMIENTO: En caso de mora en el incumplimiento del presente contrato por parte del contratista, se aplicará lo dispuesto en el artículo _____, sin perjuicio de declarar la caducidad del contrato.

VIGÉSIMA NOVENA: CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR: Por motivos de caso el contratista, podrá solicitar una prórroga del plazo de cumplimiento de las obligaciones contractuales objeto del contrato en ejecución, debiendo justificar y documentar su solicitud la cual para que sea efectiva, deberá ser aprobada por el contratante, si procediere la aprobación, el contratista deberá entregar la ampliación de la garantía de cumplimiento de contrato. En todo caso, y aparte de la facultad de la institución para otorgar tal prórroga, la misma se concederá por medio de resolución razonada que formará parte integrante del presente contrato.

TRIGÉSIMA: FORMAS DE EXTINCIÓN: Este contrato se extinguirá por las causales definidas en el artículo noventa y tres de la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública.

TRIGÉSIMA PRIMERA: TERMINACIÓN BILATERAL: Las partes podrán acordar la extinción de las obligaciones que emanan de este contrato en cualquier momento, siempre y cuando no concurra otra causa de terminación imputable al contratista y que razones de interés público hagan innecesario o inconveniente la vigencia del contrato.

TRIGÉSIMA SEGUNDA: INTERPRETACIÓN DEL CONTRATO: De conformidad al artículo _____ La contratante, se reservan la facultad de interpretar el presente Contrato, sin alterar el equilibrio contractual, de conformidad a la Constitución de la República y demás Legislación aplicable y los Principios Generales del Derecho Administrativo y de la forma más conveniente al interés público que se pretende satisfacer de forma directa o indirecta con la prestación objeto del presente instrumento, pudiendo en tal caso girar las instrucciones por escrito que al respecto considere convenientes. El Contratista expresamente acepta tal disposición y se obliga a dar estricto cumplimiento a las instrucciones que al respecto dicte _____.

TRIGÉSIMA TERCERA: MODIFICACIONES: Queda convenido por ambas partes que cuando el interés MUTUO lo hiciera necesario, sea por necesidades nuevas, causas imprevistas, u otras circunstancias, la institución contratante podrá modificar de forma unilateral

el presente Contrato, emitiendo al efecto la Resolución Modificativa correspondiente, la que formará parte integrante del presente contrato. Se entiende que no será modificable de forma sustancial el objeto del mismo; que, en caso de alterar el equilibrio financiero del presente contrato en detrimento del contratista, éste tendrá derecho a un ajuste de precios y en general, que toda modificación será enmarcada dentro de los parámetros de la razonabilidad y buena fe.

TRIGÉSIMA CUARTA: SOLUCIÓN DE CONFLICTOS: Para efectos del contrato, toda controversia que surgiere _____ y “EL CONTRATISTA”, será sometida a lo siguiente:

a) ARREGLO DIRECTO: Las partes contratantes procurarán solucionar las diferencias a través de sus representantes y delegados especialmente acreditados, dejando constancia escrita en acta de los puntos controvertidos y de las soluciones en su caso y **b) ARBITRAJE:** Después de haberse intentado el arreglo directo sin solución a algunas diferencias se podrá recurrir a la Jurisdicción ordinaria en los tribunales competentes, excepto que ambas partes acuerden someterse a un arbitraje, sometimiento a métodos alternativos de resolución de conflictos, en cuyo caso se observara la ley de la materia, el Código de Comercio y la Ley de Procedimientos Civiles y Mercantiles de El Salvador, todo ello mientras el contrato se encuentre vigente, concluido el arbitraje, los árbitros serán remunerados por ambas partes a prorrata.

TRIGÉSIMA QUINTA: JURISDICCIÓN: Para los efectos legales del presente contrato las partes contratantes señalan esta ciudad como domicilio especial, a cuyos tribunales se someten expresamente. El contratista renuncia, en caso de acción judicial en su contra a apelar al decreto de embargo, sentencia de remate y de cualquier otra providencia apelable en el juicio que se intentare y aceptará al depositario judicial de sus bienes que propusiere LA CLINICA a quien lo exime de rendir fianza.

TRIGÉSIMA SEXTA: LEGISLACIÓN APLICABLE: Para los efectos legales del presente contrato, las partes se someten en todo a las disposiciones de las leyes salvadoreñas,

renunciando a efectuar reclamaciones por vías que no sean las establecidas por este contrato y las leyes de este país.

TRIGÉSIMA SÉPTIMA: NOTIFICACIONES: Las notificaciones entre las partes deberán hacerse por escrito y tendrán efectos a partir de su recepción en las direcciones que a continuación se indican: _____--, y El contratista en _____**.** En fe de lo anterior firmamos el presente contrato en la ciudad de San Salvador, a los _____ días del mes de _____.

F. _____

F. _____

Propietario

Contratista

**ANEXOS. Capítulo 3: Metodología
para la supervisión estructural de
viviendas en altura.**

Anexo 3.1. Acta de inicio de obra

Lugar y fecha:.....

OBRA:

DOMICILIO:

DIRECCIÓN CATASTRAL: En el lugar y fecha antes indicado, se efectuarán los trabajos objeto del contrato de fecha _____ con la presencia del CONTRATISTA, el COMITENTE y el DIRECTOR DE OBRA. Se reúnen a efectos de dejar constancia del inicio de la OBRA de referencia conforme los contratos suscritos. - El día de la fecha se tendrá por fecha cierta a partir de la cual se computarán los plazos para la ejecución de los trabajos acordados. Se hace constar que: 1. El COMITENTE dispone del proyecto de ejecución de las obras y del terreno en condiciones para el comienzo de las obras. 2. El CONTRATISTA declara no tener observaciones con los recaudos presentados y contar con la disponibilidad del terreno necesaria para el comienzo de las obras, encontrándose sus lindes en concordancia con el proyecto. 3. El CONTRATISTA manifiesta estar en condiciones de iniciar los trabajos contratados, que dispone de los medios organizativos, materiales y humanos adecuados para la ejecución de las obras proyectadas y el plan de seguridad requerido. 4. El DIRECTOR DE OBRA de acuerdo con el COMITENTE, autorizan el inmediato comienzo de los trabajos. En prueba de conformidad suscriben el ACTA:

CONTRATISTA

COMITENTE

DIRECTOR DE OBRA

Anexo 3.2. Acta De Entrega De Terreno Para Ejecución De Obra

ACTA DE ENTREGA DE TERRENO PARA EJECUCIÓN DE OBRA

PROYECTO:

“(Nombre del proyecto)

LOSXX,

DEPARTAMENTO DE XXXXXXXX”

UBICACIÓN:

Departamento : XXXXXXXX

Municipio : X

Localidad : XXX

Siendo las (hora) del día ___ de ___ del 20___, en las inmediaciones del terreno que se encuentra destinado para la ejecución de la obra en referencia, en la localidad de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, se reunieron:

De una parte, El XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX con **DUI N° XXXXXXXXX**, como _____, y de la otra parte representando a la Municipalidad de CXXXXXs, **el ING. XXXXXXXX**, con (número de identificación profesional), quien tendrá el cargo de Ingeniero Supervisor de Obra y el **ING. E. XXXXXXXX** con (número de identificación profesional), quién asumirá el Cargo de Ingeniero Residente de Obra.

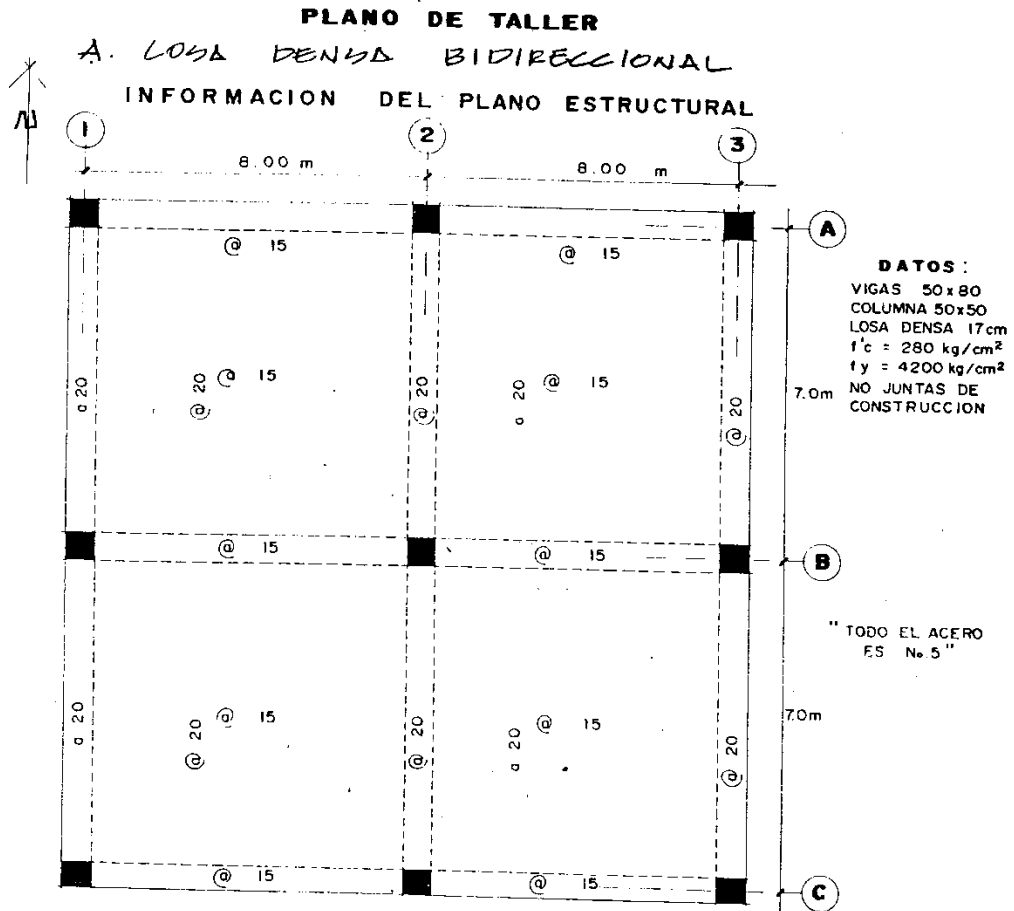
Por lo que el _____, en calidad de autoridad competente a la _____ hace la entrega de terreno a los profesionales mencionados para dar inicio a todas las actividades involucradas en la ejecución del proyecto, el mismo que tiene una extensión aproximada de _____ m2, dentro de los cuales se desarrollara el proyecto, siendo las metas, además de ello se ha destinado áreas para almacenes, a las _____ horas se procedió a dar lectura de la misma y se firma por los presentes.

Cliente: XXXXXXXXXXXXX

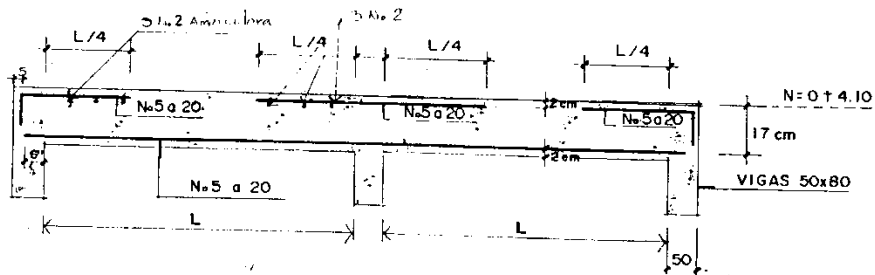
Contratista: XXXXXXXXXXXXX

Supervisor: XXXXXXXXXXXXXXX

Anexo 3.3. Plano de taller de losa densa Bidireccional

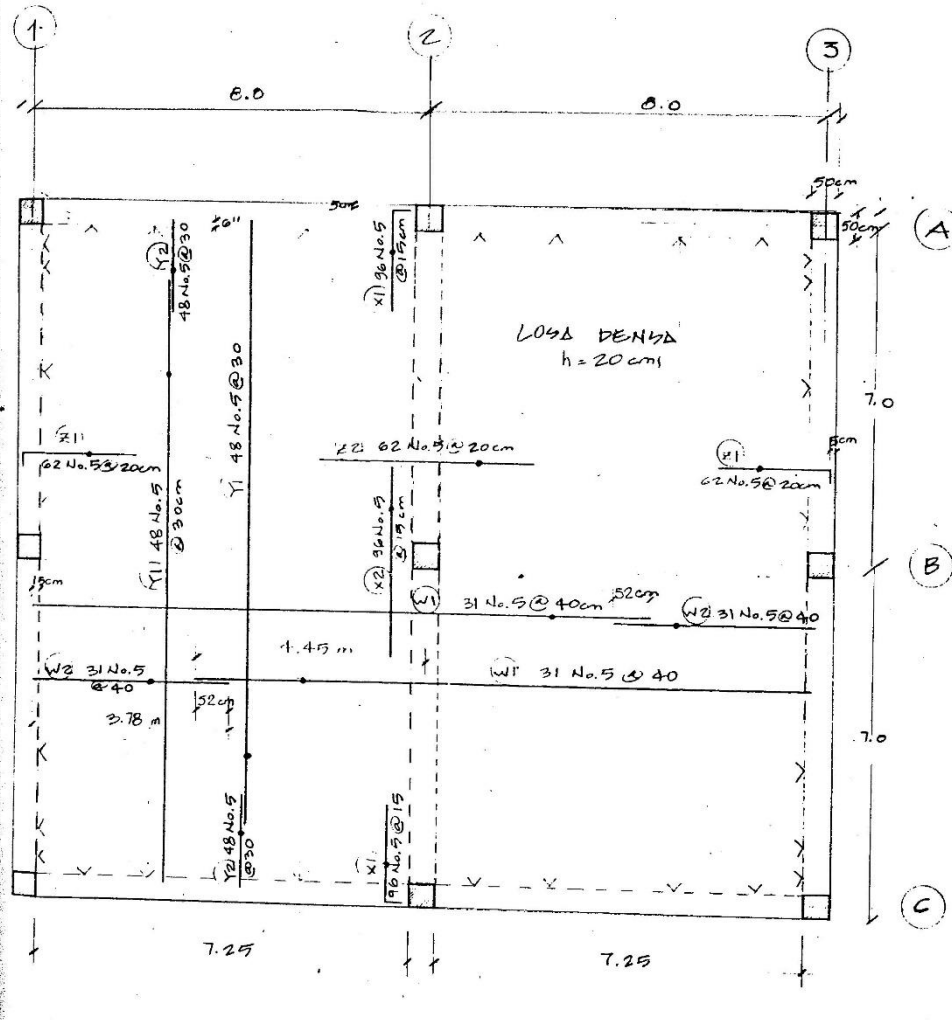


PLANTA DE ENTREPISO NIVEL 0+4.10
 SIN ESCALA



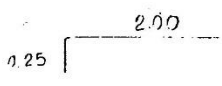
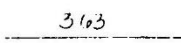
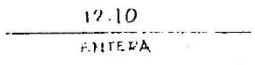
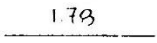
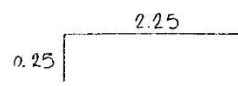

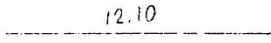

Anexo 3.4. Plano de taller de losa densa

PLANO DE TALLER LOSA DENSA NIVEL 0+3.00



Anexo 3.4.1. Tabla de varillas de losa densa

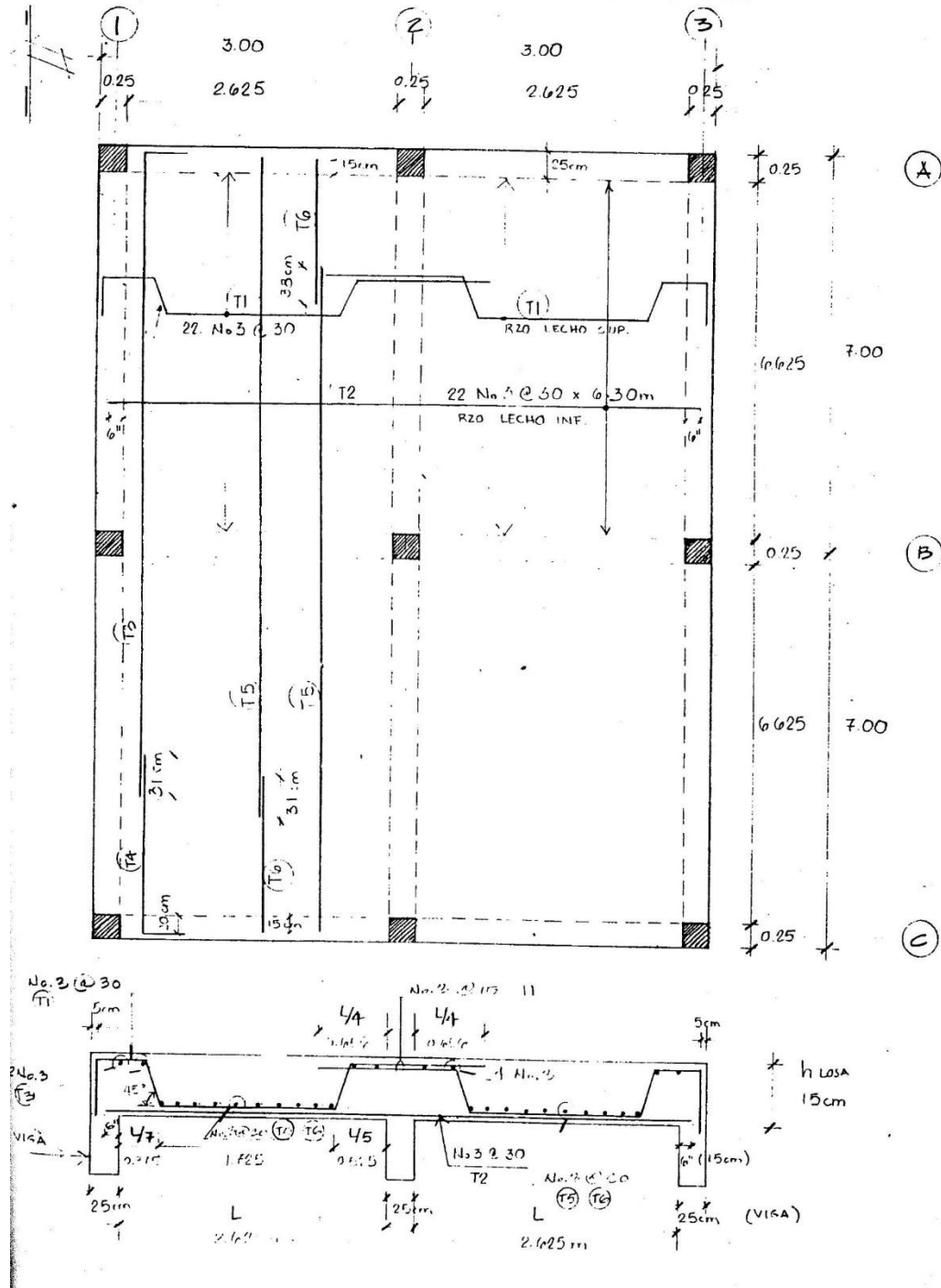
TABLA DE VARILLAS LOSA DENSA NIVEL = 0+3.00

NOMBRE	φ	FORMA	LECHO	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)
(X1)	N.5		LS	2.25	192	432.00
(X2)	N.5		LS	3.63	96	348.48
(Y1)	N.5		LI	12.10	96	1161.60
(Y2)	N.5		LI	1.78	96	170.88
(Z1)	N.5		LS	2.50	124	310.00
(Z2)	N.5		LS	4.13	62	256.06
(W1)	N.5		LI	12.10	62	750.20
(W2)	N.5		LI	3.78	62	234.36
TOTAL N.5 m						3663.58

TOTAL N.5 qq 125.12

Anexo 3.5. Plano de taller de losa unidireccional

B. PLANO DE TALLER LOSA UNIDIRECCIONAL



Anexo 3.5.1. Tabla de varillas de losa unidireccional

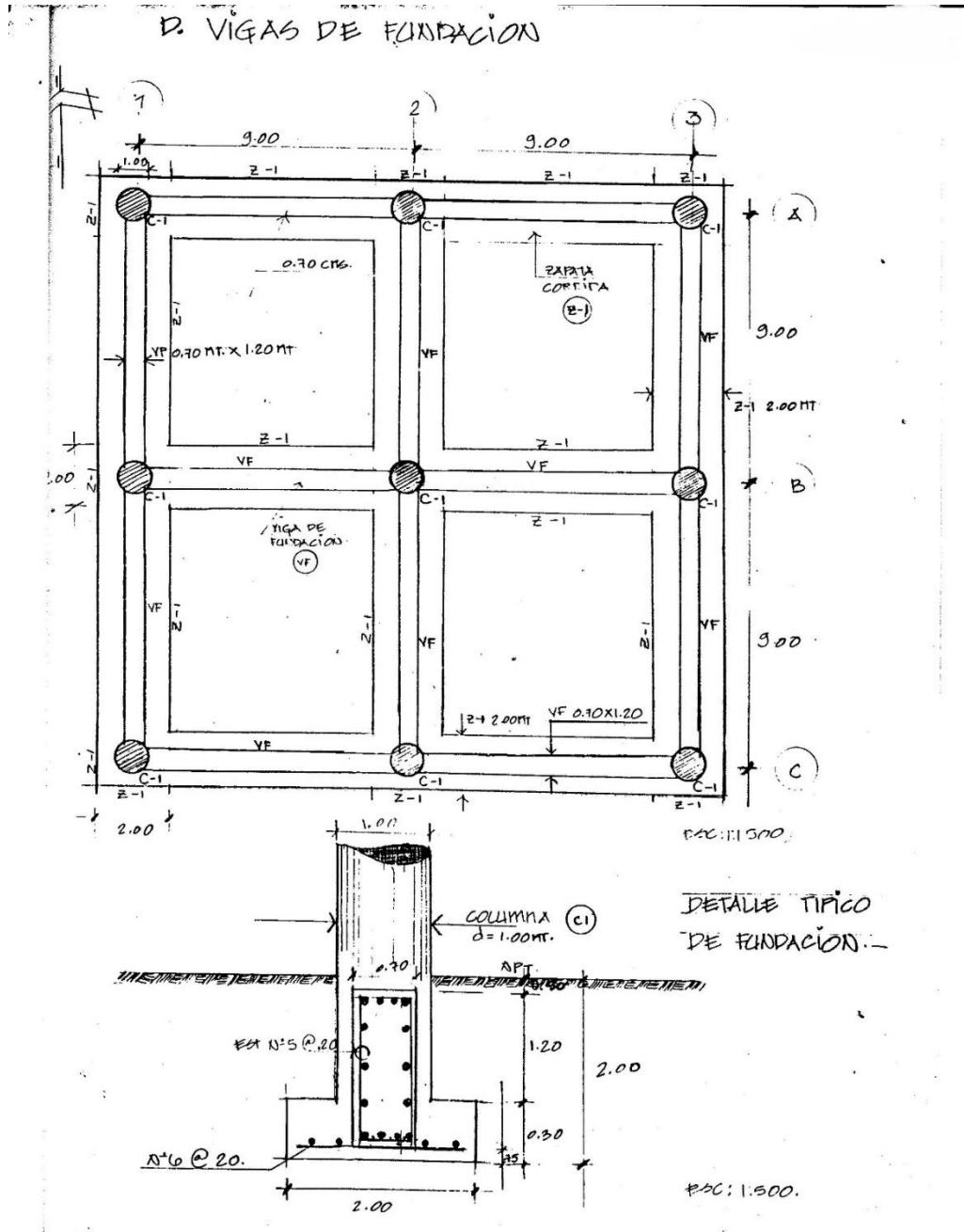
TABLA DE VARILLAS LOSA UNIDIRECCIONAL

(ACEPO C/ADO 40)

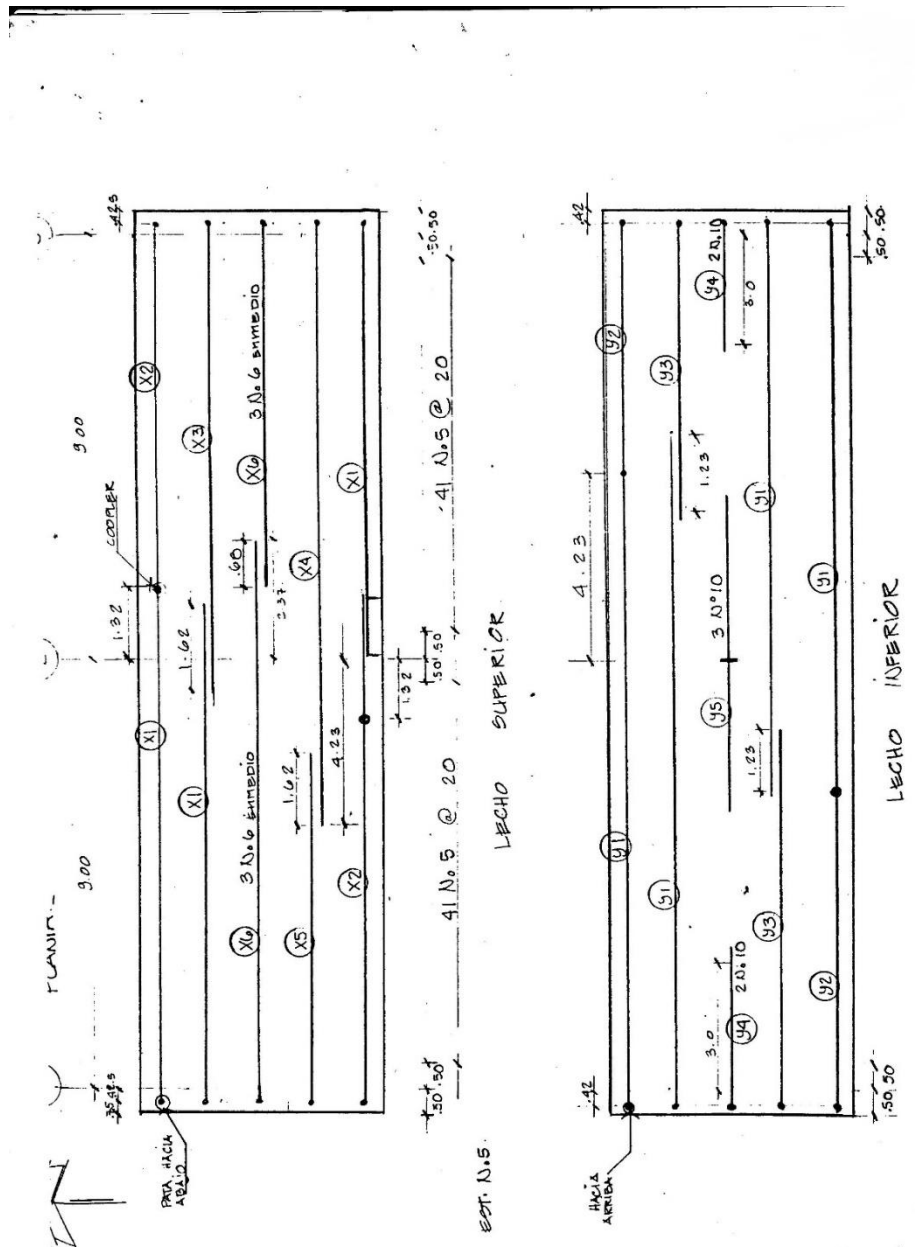
NOMBRE	φ	FORMA	LECHO	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)
T1	N.3		LS-LI	3.96	88	348.48
T2	N.3		LI	6.30	44	277.20
T3	N.3		LS	12.00	8	96.0
T4	N.3		LS	2.58	8	20.64
T5	N.3		LI	12.0	20	240.0
T6	N.3		LI	2.28	20	45.60
TOTAL No. 3 m						1027.92

TOTAL No. 3 ~~99~~ 12.80

Anexo 3.6. Plano de taller para vigas de fundación



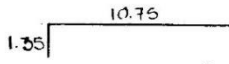
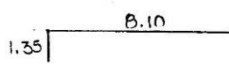
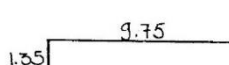
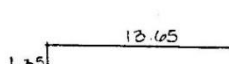
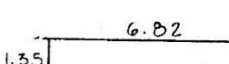
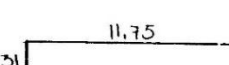
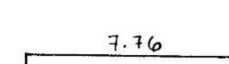
Anexo 3.6.2. Plano de taller para detalle de refuerzo de viga de fundación



Anexo 3.6.3. Plano de taller para listado de varillas de refuerzo en viga de fundación, lecho superior

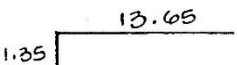
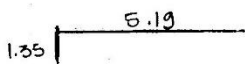
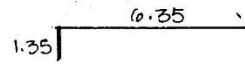
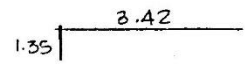
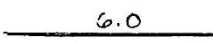
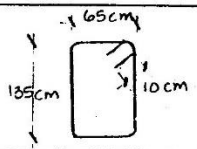
LISTADO DE VARILLAS VIGA FUNDACIÓN (A) (B) (C)

LECHO SUPERIOR

NOMBRE	φ	FORMA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	
(X1)	N.º 10		12.10	3	36.30	
(X2)	N.º 10		9.45	2	18.90	
(X3)	N.º 10		11.08	1	11.08	
(X4)	N.º 10		15.0	1	15.00	
(X5)	N.º 10		8.17	1	8.17	
(X6)	N.º 6		12.10	6	72.60	
(X7)	N.º 6		8.07	6	48.42	
TOTAL N.º 10					88.45	12.25 qq
TOTAL N.º 6					121.02	6 qq

**Anexo 3.6.4. Plano de taller para listado de varillas de refuerzo
en viga de fundación, lecho inferior**

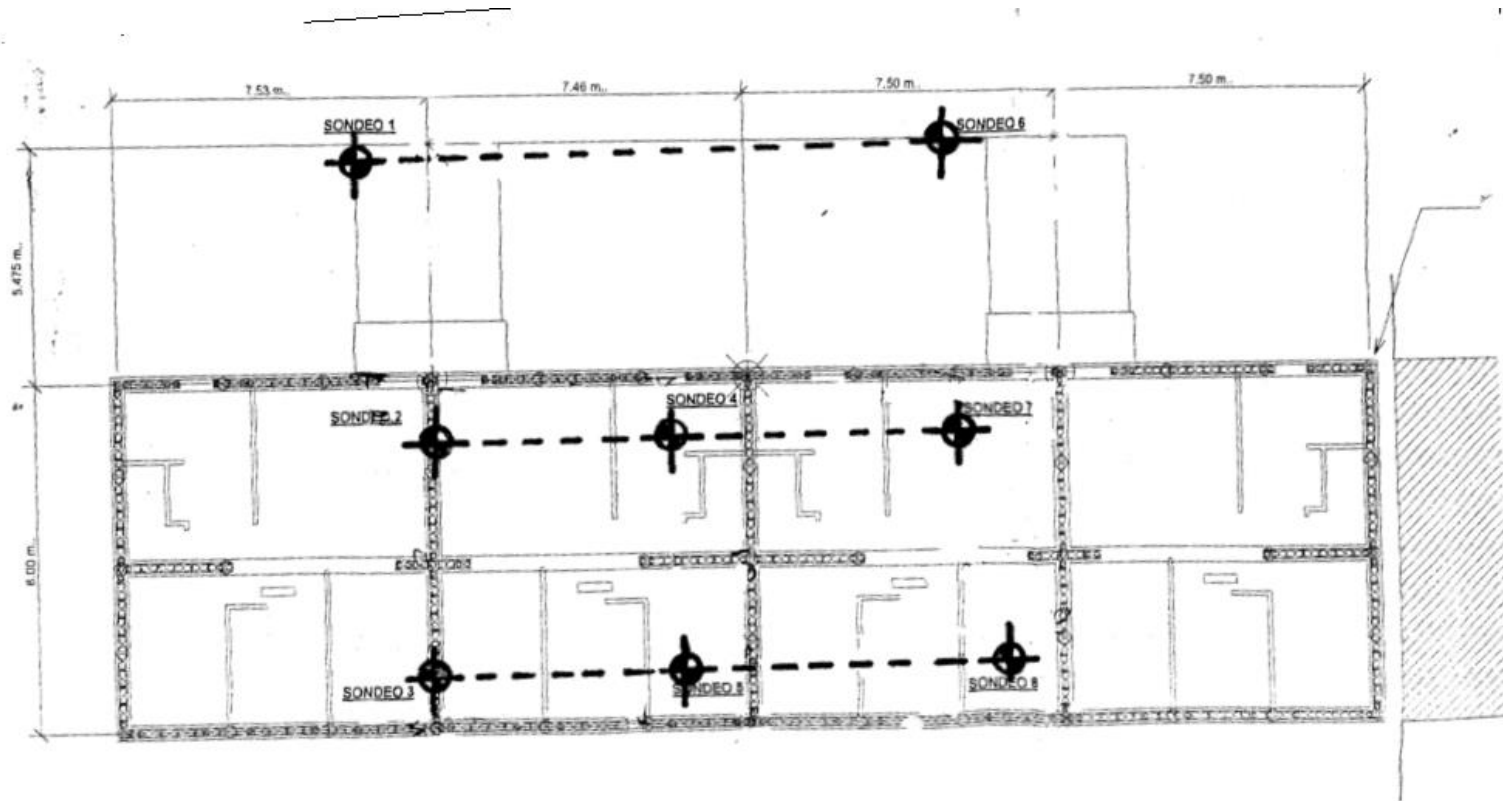
LISTADO DE VARILLA VIGA FUNDACION. (A) (B) (C)
LECHO INFERIOR

NOMBRE	Ø	FORMA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	
(y1)	N.10		15.0	4	60	
(y2)	N.10		6.49	2	12.98	
(y3)	N.10		7.70	2	15.40	
(y4)	N.10		4.77	4	19.08	
(y5)	N.10		6.0	3	18.0	
TOTAL N.10					125.46	17.18 99
ESTRIBOS N.5			4.10	82	336.20	
TOTAL N.5					336.20	11.48 99

**ANEXOS. Capítulo 4: Aplicación
Metodológica para la Supervisión
Estructural de viviendas en altura de
tres niveles.**

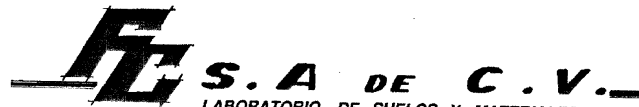
Anexo 4.1. Estudios de Suelos

Plano de Ubicación para Sondeos de Suelo



1 Planta de distrib. SONDEOS
8 14 1 : 250

Resultados de Profundidades para Sonde No 1 de 0 - 6.0 m



S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 DISEÑO / SUPERVISION / CONSULTORIA /

TEL.: 225-16-07
 225-82-35
 FAX: 226-76-52

calle las victorias N° 29, colonia layco / san salvador * el salvador

REGISTRO DE EXPLORACIÓN SUB SUPERFICIAL

Inspector:	I.F.F.	Proyecto:	Sondeo 1
Elevación:		Ubicación:	Edificio N° 2
Peso Martillo:	140 lbs	Caída:	30"
		Cuadrilla:	La Gran Manzana, Santa Tecla
		Fecha:	1/2/6
			02-Sep-14

Profundidad (Mts)	Recuperación (Cms)	# De Golpes	Penetración		% De Humedad	Clasificación visual
			Equivalencia	N		
0.5	40	3		8	Suelto	32.1
		3				
		5				
1.0	35	4		4	Muy Suelto	33.4
		2				
		2				
1.5	33	4		7	Suelto	43.6
		2				
		5				
2.0	NHR	3		8	Suelto	No Hubo Recuperación
		4				
		4				
2.5	NHR	4		8	Suelto	No Hubo Recuperación
		4				
		4				
3.0	37	3		6	Suelto	40.4
		3				
		3				
3.5	42	11		20	Semi-Suelto	34.9
		10				
		10				
4.0	46	13		21	Semi-Compacto	31.5
		10				
		11				
4.5	43	12		21	Semi-Compacto	30.9
		10				
		11				
5.0	41	12		10	Suelto	29.0
		6				
		4				
5.5	42	3		3	Muy Suelto	49.8
		2				
		1				
6.0	NHR	9		19	Semi-Suelto	No Hubo Recuperación
		8				
		11				

Resultados de Profundidades para Sondeo No 1 de 6.5 - 12.0 m



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DISEÑO / SUPERVISION / CONSULTORIA /
 calle las victorias N° 29, colonia layco / san salvador * el salvador

TEL.: 225-16-07
 225-82-35
 FAX: 226-76-52

REGISTRO DE EXPLORACIÓN SUB SUPERFICIAL

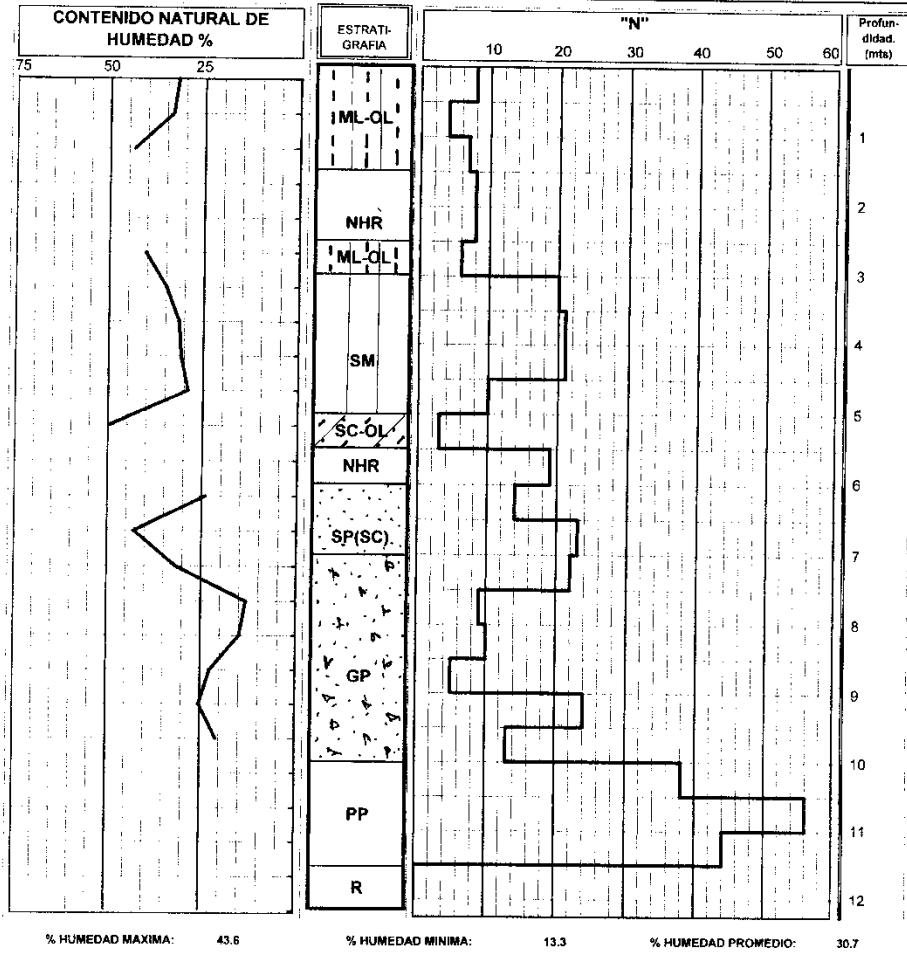
Inspector: _____ I.F.F. _____ Proyecto: **Sondeo 1**
 Elevación: _____ Ubicación: **Edificio N° 2**
 Peso Martillo: **140 lbs** Caída: **30"** Cuadrilla: **La Gran Manzana, Santa Tecla**
 Fecha: **1/2/6**
02-Sep-14

Profundidad (Mts)	Recuperación (Cms)	# De Golpes	Penetración			% De Humedad	Clasificación visual
			Equivalencia	N	Consistencia ó Compacidad		
6.5	25	9		14	Semi-Suelto	24.1	Arena con Rastros de Arcilla Color Café
		8					
		6					
7.0	27	7		23	Semi-Compacto	42.9	" "
		12					
		11					
7.5	35	8		22	Semi-Compacto	31.7	Grava Arenosa
		15					
		7					
8.0	37	9		9	Suelto	13.3	" "
		4					
		5					
8.5	41	7		10	Suelto	14.9	" "
		5					
		5					
9.0	26	4		5	Suelto	22.5	" "
		2					
		3					
9.5	40	6		24	Semi-Compacto	25.3	" "
		6					
		18					
10.0	42	19		13	Semi-Suelto	20.8	" "
		7					
		6					
10.5		8	2.00	38	Compacto		Penetración con Punta.
		11					
		8					
11.0		16	2.00	56	Muy Compacto		" "
		18					
		10					
11.5		15	2.00	44	Compacto		" "
		10					
		12					
12.0		R		R			

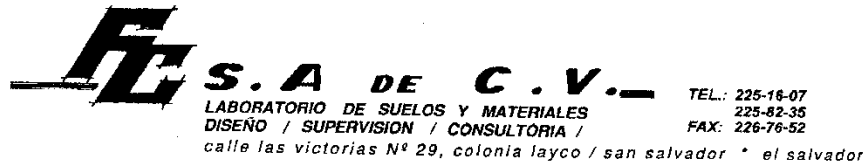
Gráfico de Resultados para Sondeo No 1

F. S. A DE C. V. TEL.: 225-16-07
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES 225-82-35
 DISEÑO / SUPERVISION / CONSULTORIA / FAX: 226-76-52
 calle las victorias N° 29, colonia layco / san salvador * el salvador

PROYECTO:	Edificio N° 2	LOCALIZACION:	La Gran Manzana, Santa Tecla
INSPECTOR:	I. F. F.	CUADRILLA:	1/2/6 SONDEO No.: 1
PESO DEL MARTILLO:	140 lbs.	CAIDA:	30" FECHA: 2-Sep-14



Resultados de Profundidades para Sondeo No 7 de 0 - 6.0 m



REGISTRO DE EXPLORACIÓN SUB SUPERFICIAL

Inspector:	I.F.F.	Proyecto:	Sondeo 7
Elevación:		Ubicación:	Edificio N° 2
Peso Martillo:	140 lbs	Caída:	30"
		Cuadrilla:	1/2/6
		Fecha:	30-Ago-14

Profundidad (Mts)	Recuperación (Cms)	# De Golpes	Penetración			% De Humedad	Clasificación visual
			Equivalencia	N	Consistencia ó Compacidad		
0.5	40	3		3	Muy Suelto	26.4	Limo Arenoso Orgánico Color Café Oscuro
		2					
		1					
1.0	25	2		3	Muy Suelto	25.1	" "
		2					
		1					
1.5	23	3		10	Suelto	28.4	" "
		5					
		5					
2.0	44	6		10	Suelto	36.8	" "
		5					
		5					
2.5	36	7		12	Semi-Suelto	24.7	" "
		7					
		5					
3.0	42	3		7	Suelto	40.1	" "
		3					
		4					
3.5	41	6		11	Semi-Suelto	38.8	Limo Arenoso Inorgánico Color Café Claro
		6					
		5					
4.0	47	7		14	Semi-Suelto	34.5	" "
		6					
		8					
4.5	44	9		13	Semi-Suelto	34.9	" "
		7					
		6					
5.0	43	9		17	Semi-Suelto	31.7	Limo Arenoso Orgánico Color Café Oscuro
		6					
		11					
5.5	45	25		33	Compacto	24.1	Arena Limosa Inorgánica Color Café Claro
		16					
		17					
6.0	49	17		22	Semi-Compacto	26.8	" "
		11					
		11					

Resultados de Profundidades para Sondeo No 7 de 6.5 - 12.0 m




REGISTRO DE EXPLORACIÓN SUB SUPERFICIAL

Inspector:	I.F.F.	Proyecto:	Sondeo 7
Elevación:		Ubicación:	Edificio N° 2
Peso Martillo:	140 lbs	Caída:	30"
		Cuadrilla:	1/2/6
		Fecha:	30-Ago-14

Profundidad (Mts)	Recuperación (Cms)	# De Golpes	Penetración			% De Humedad	Clasificación visual
			Equivalencia	N	Consistencia ó Compacidad		
6.5	43	18		25	Semi-Compacto	29.6	Arena Limosa Inorgánica Color Café Claro
		12					
		13					
7.0	45	12		20	Semi-Suelto	28.4	" "
		10					
		10					
7.5	42	14		15	Semi-Suelto	23.0	" "
		7					
		8					
8.0	46	3		4	Muy Suelto	31.9	Limo Arenoso Inorgánico Color Café Claro
		2					
		2					
8.5	44	4		4	Muy Suelto	34.5	Limo Arenoso Orgánico Color Café Oscuro
		2					
		2					
9.0	41	4		15	Semi-Suelto	13.6	Arena Gruesa de Escoria Volcánica Color Gris
		6					
		9					
9.5	20	17		28	Semi-Compacto	10.8	" "
		14					
		14					
10.0	15	8		14	Semi-Suelto	23.9	Grava Arenosa
		8					
		6					
10.5	35	10		18	Semi-Suelto	22.6	" "
		8					
		10					
11.0	33	6		17	Semi-Suelto	29.4	" "
		10					
		7					
11.5	26	9		14	Semi-Suelto	24.7	" "
		6					
		8					
12.0	15	8		29	Semi-Compacto	18.8	" "
		11					
		18					

Gráfico de Resultados para Sondeo No 7

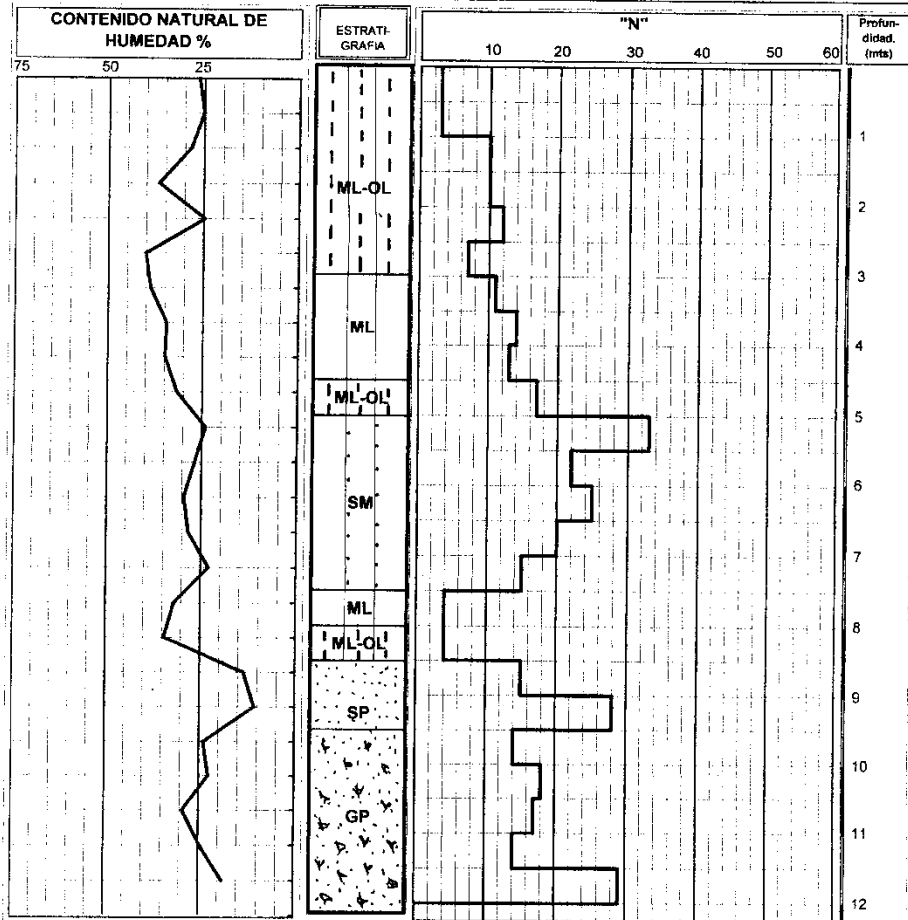


F.E.S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 DISEÑO / SUPERVISION / CONSULTORIA /

TEL.: 225-16-07
 225-82-35
 FAX: 226-76-52

calle las victorias N° 29, colonia layco / san salvador * el salvador

PROYECTO: Edificio N° 2	LOCALIZACION: La Gran Manzana, Santa Tecla	
INSPECTOR: I.F.F.	CUADRILLA: 1/2/6	SONDEO No.: 7
PESO DEL MARTILLO: 140 lbs.	CAIDA: 30"	FECHA: 30-Ago-14



% HUMEDAD MAXIMA: 40.1 % HUMEDAD MINIMA: 10.8 % HUMEDAD PROMEDIO: 27.8

Ensayo Proctor T – 134



S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 DISEÑO / SUPERVISION / CONSULTORIA /

TEL.: 2225-16-07
 2225-82-35
 FAX : 2226-76-52
 correo: ifcsadecv@yahoo.com

calle las victorias N° 29, colonia layco / san salvador * el salvador

PRUEBA PROCTOR

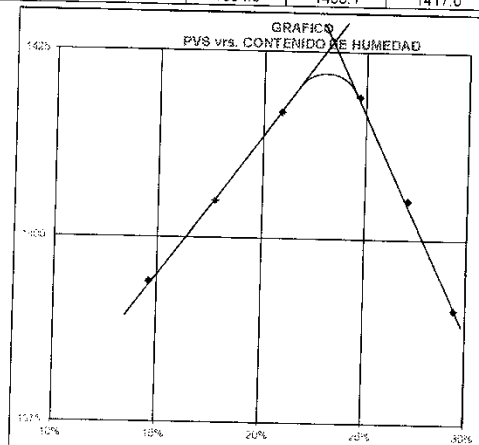
PROYECTO: La Gran Manzana	LOCALIZACION: Santa Tecla
TRABAJO No: 00403A-2014	FECHA: Agosto / 2014 METODO:
NORMA DE PRUEBA: T - 134	No de Capas: 3 Golpes/capa: 25
DESCRIPCION DEL SUELO: SM	LABORATORISTA: Tec. Jorge Ivan Ponce Montoya

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

No de tara	244	245	246	247	248	249
Peso suelo humedo + tara	77.5	72.4	71.0	67.1	80.1	90.7
Peso suelo seco + tara	69.1	62.9	60.5	55.8	65.4	72.4
Peso de tara	11.6	9.3	10.2	10.0	11.2	10.2
% de humedad	14.6%	17.7%	20.9%	24.7%	27.1%	29.4%

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO

Peso muestra humeda + molde	3400	3452	3506	3558	3574	3586
Peso del molde	1928.00	1928.00	1928.00	1928.00	1928.00	1928.00
Capacidad del molde	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Peso volumetrico seco	1394.0	1405.1	1417.0	1419.0	1405.4	1390.4



CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA 23.8%

PESO VOULMETRICO HUMEDO MAXIMO 1762.5

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (PVS) 1423.7

Ensayo Proctor T – 180



I.B.F.C.S.A. DE C.V.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DISEÑO / SUPERVISION / CONSULTORIA /
 calle las victorias N° 29, colonia layco / san salvador * el salvador

TEL.: 2225-16-07
 2225-82-35
 FAX: 2226-76-52
 correo: lbfcscadecv@yahoo.com

PRUEBA PROCTOR

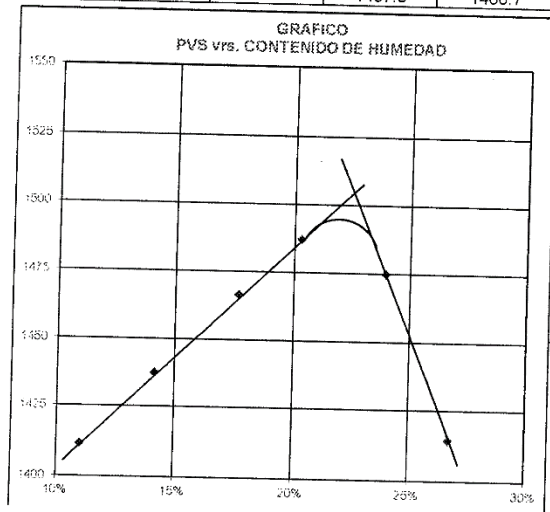
PROYECTO : La Gran Manzana		LOCALIZACION : Santa Tecla	
TRABAJO No : 00403-2014	FECHA : Sep/2014	METODO :	
NORMA DE PRUEBA : T - 180	No de Capas : 5	Golpes/capa : 25	
DESCRIPCION DEL SUELO : SM	LABORATORISTA : Tec. Jorge Ivan Ponce Montoya		

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

No de tara	101	102	103	204	205	206
Peso suelo humedo + tara	70.8	74.6	69.3	89.1	78.3	78.9
Peso suelo seco + tara	64.7	66.7	60.4	76.0	65.1	64.3
Peso de tara	9.3	10.9	10.0	11.3	9.9	9.7
% de humedad	11.0%	14.2%	17.7%	20.3%	23.9%	26.7%

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO

Peso muestra humeda + molde	3372	3440	3518	3576	3612	3580
Peso del molde	1928.00	1928.00	1928.00	1928.00	1928.00	1928.00
Capacidad del molde	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36	921.36
Peso volumetrico seco	1411.8	1437.5	1466.7	1487.5	1475.0	1414.7



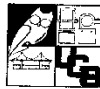
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	21.6%
-----------------------------	-------

PESO VOULMETRICO HUMEDO MAXIMO	1821.1
--------------------------------	--------

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (PVS)	1497.6
------------------------------------	--------

Anexo 4.2. Ensayo de materiales

Prueba para acero de 3/8 de pulgadas



UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA "JOSÉ SIMEÓN CAÑAS"
 Departamento de Mecánica Estructural, Apartado Postal (01) 168, Autopista Sur, San Salvador, El Salvador, América Central
 Tel: +503-2210-6600 EXT 1039. Fax: 2210-6662. Email: pdhasbun@uca.edu.sv

Informe de laboratorio N° 15TV064

Ensayo a tensión, según norma ASTM A370-97

Proyecto: Edificio N° 2, La Gran Manzana.

Descripción de la muestra: Varilla de acero corrugado de diámetro nominal 3/8", corruga en "x", proveedor: Acero de Guatemala, grado 60, longitud 6 m.

Interesado: FRANCÉS CANSINO, S.A. DE C.V.

Fecha de prueba: 10 de enero de 2015. 08:49 pm

Fecha de emisión del informe: 14 de enero de 2015. 04:18 pm

Designación de varilla, No	3			
Diámetro nominal ^a	9.53	mm	0.375	pulg
Diámetro inicial	9.53	mm	0.375	pulg
Peso unitario nominal ^a	0.560	kg/m	0.376	lb/pie
Peso unitario de la muestra	0.560	kg/m	0.376	lb/pie
Variación porcentual permitida del peso unitario de la muestra con respecto al peso unitario nominal ^b	-6.0			
Variación porcentual del peso unitario de la muestra con respecto al peso unitario nominal	0.0			
Área nominal ^a	0.71	cm ²	0.11	pulg ²
Área efectiva	0.71	cm ²	0.11	pulg ²
Porcentaje mínimo de elongación en 8" especificado ^c	9.0			
Porcentaje de elongación en 8 "	20.1			
Mínimo esfuerzo de fluencia especificado ^c	4227	kg/cm ²	60000	psi
Esfuerzo de fluencia ^d	4804	kg/cm ²	68182	psi
Mínimo esfuerzo último especificado ^c	6341	kg/cm ²	90000	psi
Esfuerzo último ^d	6764	kg/cm ²	96000	psi

Requerimientos según ASTM A615-01

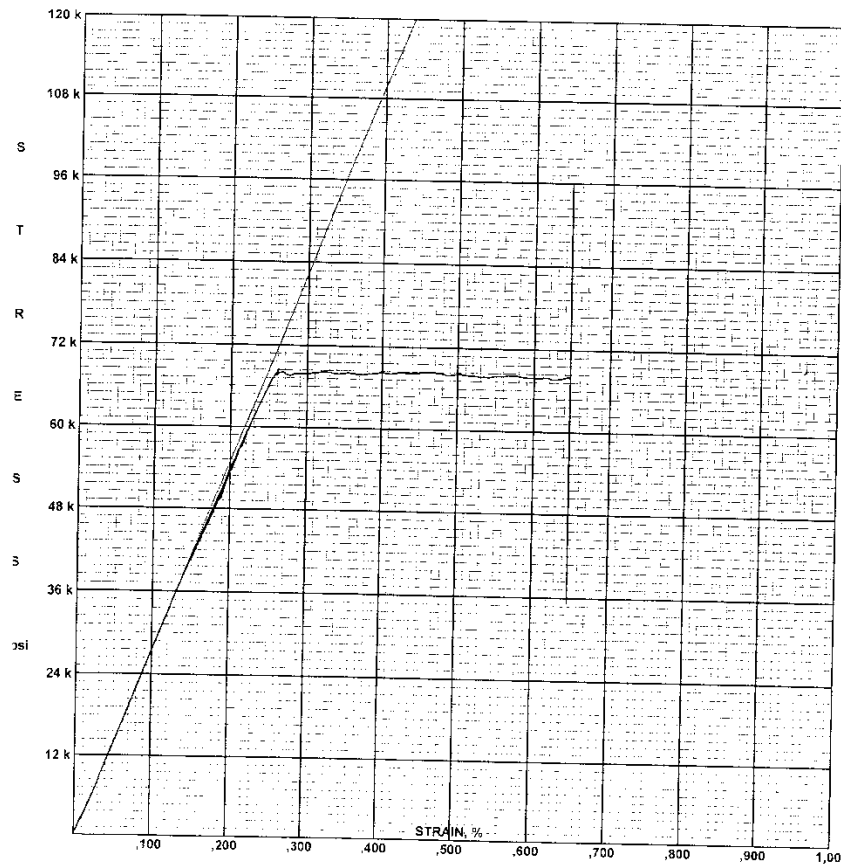
^a Tabla 1, ^b Sección 11.1, ^c Tabla 2, ^d Sección 15.2

Sección 15.2 establece que los esfuerzos de fluencia y último se calculen en base al área nominal

Observaciones: La falla se dió dentro de las 8" de calibración.
La falla fue del tipo irregular y fibrosa.

Ing. Patricia Méndez de Hasbun
 Coordinadora de Servicios
 Profesionales de Ingeniería Civil

Gráfico de resultados para acero de 3/8 de pulgada



Universidad Centroamericana
 José Simeón Cañas
 Depto de Mecánica Estructural

E8 ASTM Report
 Program #199,577-R0

Interesado: Francés Cansino S.A. de C
 Proyecto: Edi. 2 La Gran Manzana
 Material: Acero de refuerzo
 Descripción: Ho. 3/8" Corruca "X"
 Operador: CM

Load Range: 120000 lbf
 X-Axis Ranges: 1 %<Removed>
 Print Date: enero 10, 2015
 Inst GL/Max: 8 in/4 %

Sample Number : 15TV064
 CS Area, in²: 0.11
 OFS @ 0.2, lbf: 7500
 OFS @ 0.2, ksi: 68.2
 Ultimate, lbf: 10560
 Ultimate, ksi: 96
 TE (Man), %: 20.1
 Modulus, psi: 27500000
 Init GL, in: 8



Specimen Break
 ene 10, 2015 8:49:00 AM

Prueba para acero de 5/8 de pulgada



UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA "JOSÉ SIMEÓN CAÑAS"
 Departamento de Mecánica Estructural, Apartado Postal (01) 168, Autopista Sur, San Salvador, El Salvador, América Central.
 Tel: +503-2210-6600 EXT. 1039. Fax: 2210-6662. Email: pdhasbun@uca.edu.sv

Informe de laboratorio N° 15TV070

Ensayo a tensión, según norma ASTM A370-97

Proyecto: Edificio N° 2, La Gran Manzana.

Descripción de la muestra: Varilla de acero corrugado de diámetro nominal 5/8", corruga en "X", proveedor: Acero de Guatemala, grado 60, longitud 6 m.

Interesado: FRANCÉS CANSINO, S.A. DE C.V.

Fecha de prueba: 10 de enero de 2015. 09:28 am

Fecha de emisión del informe: 14 de enero de 2015. 04:52 pm

Designación de varilla, No	5			
Diámetro nominal ^a	15.88	mm	0.625	pulg
Diámetro inicial	15.63	mm	0.615	pulg
Peso unitario nominal ^a	1.554	kg/m	1.043	lb/pie
Peso unitario de la muestra	1.508	kg/m	1.011	lb/pie
Variación porcentual permitida del peso unitario de la muestra con respecto al peso unitario nominal ^b	-6.0			
Variación porcentual del peso unitario de la muestra con respecto al peso unitario nominal	-3.0			
Área nominal ^a	2.00	cm ²	0.31	pulg ²
Área efectiva	1.92	cm ²	0.30	pulg ²
Porcentaje mínimo de elongación en 8" especificado ^c	12.0			
Porcentaje de elongación en 8"	13.7			
Mínimo esfuerzo de fluencia especificado ^c	2818	kg/cm ²	40000	psi
Esfuerzo de fluencia ^d	4161	kg/cm ²	59065	psi
Mínimo esfuerzo último especificado ^c	4227	kg/cm ²	60000	psi
Esfuerzo último ^d	6250	kg/cm ²	88710	psi

Requerimientos según ASTM A615-01

^aTabla 1, ^bSección 11.1, ^cTabla 2, ^dSección 15.2

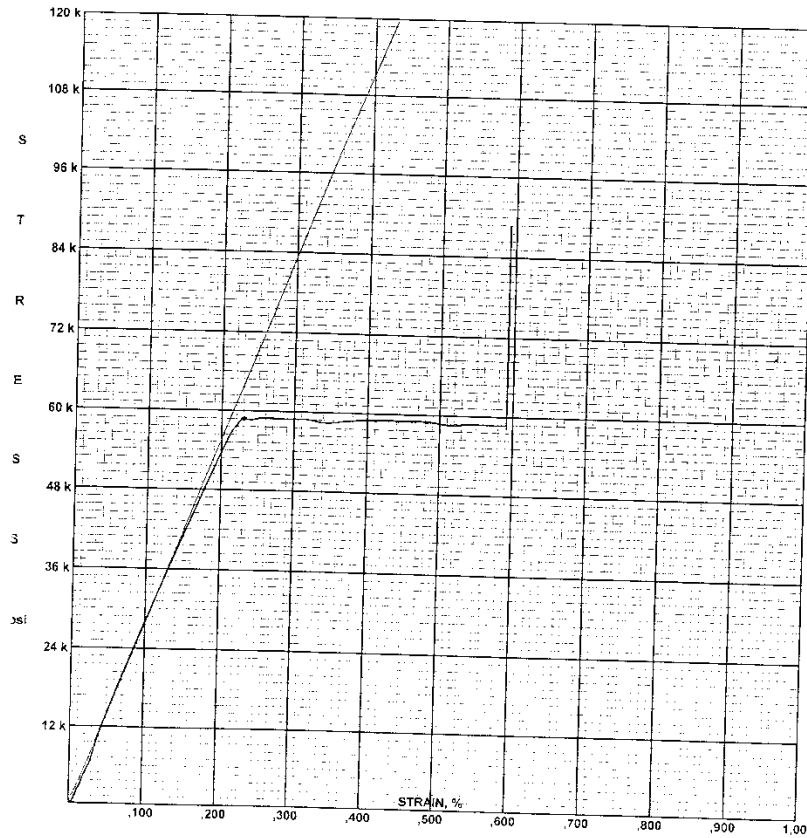
Sección 15.2 establece que los esfuerzos de fluencia y último se calculen en base al área nominal

Observaciones: La falla se dio fuera de las 8" de calibración.
 La falla fue del tipo irregular y fibrosa.

Patricia Méndez de Hasbun
 Ing. Patricia Méndez de Hasbun
 Coordinadora de Servicios
 Profesionales de Ingeniería Civil



Gráfico de resultados para acero de 5/8 de pulgada



Universidad Centroamericana
 José Simeón Cañas
 Depto de Mecánica Estructural

E8 ASTM Report
 Program #199,577-R0

Interesado: Francés Cansino S.A. de C
 Proyecto: Edi. 2 La Gran Manzana
 Material: Acero de refuerzo
 Descripción: Ho. 5/8" Corruca "X"
 Operador: CM

Load Range: 120000 lbf
 X-Axis Ranges: 1 %-<Removed>
 Print Date: enero 10, 2015
 Inst GL/Max: 8 in/4 %

Sample Number : 15TV070
 CS Area, in²: 0.31
 OFS @ 0.2, lbf: 18310
 OFS @ 0.2, ksi: 59
 Ultimate, lbf: 27500
 Ultimate, ksi: 88.7
 TE (Man), %: 13.66
 Modulus, psi: 27800000
 Init GL, in: 8



Specimen Break
 ene 10, 2015 9:28:29 AM

Diseño de Mezclas de Concreto

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO				DISEÑO: I. F. F	
ELEMENTO: GROUT bloque de 15x20x40 ó mayores			OBRA: Edificio N° 2, La Gran Manzana, Santa Tecla		FECHA: 09/09/2014
			RESPONSABLE: Constructora Durán Vasquez		

EDAD	f'c solicitado	f'c (T-12)	f'c DE CALCULO
28	140	60	200

GRAVA #1	C. M.	ABS.	DIF.	PESO ESPECIFICO	PESO VOLUMETRICO	
					SUELTO	VARILLADO
GRAVA #1				2.68	1265	1393
ARENA				2.35	1319	

GRAVA: CANTESA, Ateos	ARENA: Las Cañas	CEMENTO: ASTM 1157 GU
TAMAÑO MAXIMO AGREGADO GRUESO (T-12) Y ESPECIFICACIONES	AIRE INCLUIDO: No	CONDICIONES DE INTEMPERISMO: Normales
3/4	TIPO DE CEMENTO: I	REVENIMIENTO: 7 +/- 1"

EDAD	A/C	C. MINIMO
T-8		
T-5 Y FIG. 32	28	0.66
T-9		

AC = 0.66

T-3	AGUA	255
	% AIRE	3

$$C = \frac{AGUA}{A/C} = \frac{255.0}{0.66} = 386.4$$

CEMENTO MINIMO =

$$C = 386.4$$

$$A = 255.0$$

T-6	m3/m3	P.V.V.	
			Kg/m3
3/4	0.41	1393.0	571.1
M F			

	PESO ESPECIFICO Kg/m3	VOLUMEN NETO Lts.	MEZCLA DE PRUEBA						DOSIFICACION FINAL				
			PESO Kg	CORREC CH-ABS	PESO CORR Kg	CORRE LAB Kg	PESO FINAL Kg	VOLUMEN NETO Lts	PESO Kg	Kg/Bolsa	Lts/Bolsa	9,1 b/m3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
CEMENTO	386.4	3.15	122.7							386.4	42.5	X	1 bolsa
AGUA	255.0	1.00	255.0							255.0	28.1	28.1	25.5 +/- 1.5 lt.
AIRE	X	X	30.0							X	X	X	
GRAVA	571.1	2.68	213.1							571.1	62.8	48.9	2 x 29 x 29 x 29 cm
ARENA	891.2	2.35	379.2							891.2	98.0	74.3	3 x 29 x 29 x 29 cm
			1000.0										

iii Si 3 de arena y 2 de grava !!!

OBSERVACIONES: Se presentan los diseños de mezcla con cemento Holcim CESSA Portland ASTM 1157 GU (4,000 Psi) pues resulta técnicamente incorrecto el uso del cemento Holcim CESSA Cuscatlán ASTM C-91 Tipo M (3,000 Psi) un cemento para albañilería (NO para elaboración de concretos), cuyo uso se limita a pegamento de mampostería, tubería de concreto, repellos, afinados etc (por su notable diferencia de resistencia 4,000 a 3,000 Psi su uso significaría un aumento del 33% de cemento).

Ensayos de Compresión de Concreto

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

# Cilindro	Fecha del Colado	Edad Días	Rev Plg.	Carga Lbs	f'c	Esfuerzo Kg/cm ²		Ubicación
						7 Días	28 Días	
						PROYECTO La Gran Manzana Edif. N° 2		
106	13/11/2014	7	4	72500	210	184	282	Losa 2don nivel
107	13/11/2014	14	4	82500	210	209		" " " "
108	13/11/2014	28	4	104500	210		288	" " " "
109	13/11/2014	7	5	63000	210	160	245	Losa 2don nivel
110	13/11/2014	14	5	77000	210	198		" " " "
111	13/11/2014	28	5	98000	210		251	" " " "
112	13/11/2014	7	5	65500	210	166	255	Losa 2don nivel
113	13/11/2014	14	5	70000	210	180		" " " "
114	13/11/2014	28	5	100500	210		255	" " " "
115	13/11/2014	7	4 1/2	59500	210	151	232	Losa 2don nivel
116	13/11/2014	14	4 1/2	69000	210	177		" " " "
117	13/11/2014	28	4 1/2	98500	210		250	" " " "
118	24/11/2014	7	4 1/2	39500	140	100	154	
119	24/11/2014	14	4 1/2	59000	140	150		" " " "
120	24/11/2014	28	4 1/2	69500	140		176	" " " "

F.C. S.A. DE C.V.
 Diseño Supervisión Consultoría
 Laboratorio de Suelos y Materiales
 pje. Las Victorias #29 col. Leyco, S.S.
 Tel: 225 1607 Fax: 226 7652

Anexo 4.3. Especificaciones Técnicas

1.2.9. TRAZO Y NIVELACIÓN

El presente trabajo consiste en suministrar los materiales, mano de obra, equipo y dirección técnica necesarios para que se efectúen los levantamientos topográficos, colocación de niveletas y el estacionamiento de referencias, que permitan una correcta ubicación de los Edificios en el terreno y de la obra a construir, de acuerdo a los Planos.

El Contratista puede trazar la construcción desde el momento en que reciba el sitio donde ha de construir, pero se abstendrá de comenzar las excavaciones hasta que la Supervisión lo autorice, previa revisión y aprobación de los trazos y niveles, por este último.

El Contratista deberá familiarizarse con el sitio y la naturaleza del terreno que se va a cortar, rellenar y nivelar. No se autorizará ninguna compensación por condiciones no previstas, que sean fácilmente apreciadas, como resultado de un examen cuidadoso del terreno.

A+L Constructores, GRUPO TEKCAR S.A. de C.V.

Especificaciones Técnicas

LA GRAN MANZANA 20
Componente Habitacional

El Contratista deberá ejecutar todas las obras necesarias para el Trazo del Proyecto, estableciendo: ejes, plomos y niveles, de acuerdo a lo indicado en los Planos. Las líneas horizontales deberán ser referidas a los linderos, o si la Supervisión lo estima necesario, a los ejes de las calles vecinas. A este nivel, la Supervisión deberá inspeccionarlos y deberá dar su aprobación al respecto.

El Contratista también será responsable, de que el trabajo terminado esté conforme con los alineamientos, niveles, pendientes y puntos de referencia, indicados en los Planos o por la Supervisión (Bancos de Marca).

Toda la madera utilizada en esta actividad será de pino.

Los elementos verticales de las niveletas, serán de piezas de Costanera o cuartón, de un largo suficiente para evitar que la niveleta se desplome o desnivele; las piezas horizontales serán de regla pacha, canteada por su lado superior.

El Contratista trazará los ejes y rasantes, de acuerdo a las medidas y niveles marcados en los planos y establecerá las referencias planimétricas y altimétricas, necesarias para replantear ejes, niveles y rasantes dados en los planos, o replanteados por la supervisión, cuantas veces fuere necesario. Para diferenciar los niveles de las obras, la Supervisión establecerá un Banco de Marca, que estará ubicado y construido de tal forma que su altura sea inalterable mientras dure la obra, igual que las referencias para el trazo del edificio.

La Supervisión revisará y aprobará el trazo antes de colocar las niveletas, comprobando que la distancia entre los puntos esté de acuerdo al plano; una vez colocadas las niveletas, se revisarán los niveles de la misma y se comprobarán nuevamente las distancias.

El Contratista iniciará las excavaciones, hasta que el Supervisor haya autorizado el trazo y niveles. Previo al inicio de cualquier trabajo que dependa del trazo, se deberá haber obtenido la aprobación de la Supervisión, debidamente registrada en la bitácora. Si el Contratista detecta la existencia de discrepancias entre la realidad y los planos, en lo referente a dimensiones y niveles, deberán comunicarlo por medio de bitácora a la Supervisión y consignará los cambios necesarios por tal razón, en planos de taller.

2. TERRACERÍA

2.1. ALCANCES DEL TRABAJO

El trabajo de esta sección comprende el suministro de la mano de obra, materiales, transporte, equipo, herramientas, y servicios, que sean necesarios para realizar todas las actividades de: corte del suelo para nivelación de terrazas, excavaciones para cimentaciones, sustitución de suelo inapropiado y cualesquiera otras excavaciones indicadas en los planos y ordenadas por la Supervisión, que a su juicio sean necesarias para el buen desarrollo de la obra. Asimismo, incluye los trabajos relacionados con el mantenimiento y protección, tales como el apropiado drenaje superficial, bombeo de aguas estancadas, control de erosiones, azolves, ademados, etc., de excavaciones. Rellenos y compactaciones en general; rellenos en cimentaciones, tubería y contramuros, hasta alcanzar los niveles mostrados en los planos o indicados por la Supervisión; todo de acuerdo a ubicaciones, pendientes y demás características expresadas en los planos, planos de taller u ordenadas por la Supervisión.

2.2. TERRACERÍA GRUESA

Las excavaciones y rellenos no se efectuarán más allá de las líneas y niveles indicados en los planos o señalados por la Supervisión, admitiéndose una tolerancia máxima de 5 cm, en más o menos de la rasante. Si se encuentra terreno firme sobre los niveles indicados en los planos, el Contratista deberá notificarlo a la Supervisión. Cualquier exceso eventual de la tolerancia establecida, deberá ser corregido.

Toda excavación será clasificada de acuerdo a las características del material, descritas en el estudio de suelos realizado previo a la obra.

El material de corte que a juicio de la Supervisión sea apropiado y necesario para relleno, será almacenado dentro de los límites del inmueble del Propietario. Por el contrario, el material de mala calidad tal como: material orgánico, descapote, escombros, arcillas de gran plasticidad, roca, talpetate, junto con el material que no es necesario para rellenos, deberá ser desalojado del inmueble del Propietario, o en otras áreas del inmueble a criterio de la Supervisión.

2.2.1. CORTE

El Contratista ejecutará todos los trabajos de corte de terreno, dentro de los límites de trabajo, hasta alcanzar los niveles y límites indicados en los planos, con una tolerancia de más o menos 5 cms. de la cota especificada.

El proceso de este corte será realizado de tal manera que en todo momento se garantice el debido drenaje del terreno. El corte será realizado utilizando la maquinaria adecuada.

2.3. EXCAVACIONES

El trabajo especificado aquí incluye: las excavaciones para cimentaciones, paso de tuberías, cajas, cunetas, pozos u otros fines; la nivelación de superficies para pisos interiores sobre el suelo, estacionamiento, vías, jardinería, tuberías y contra muros de retención.

El Contratista efectuará toda la excavación necesaria, deberá hacerse con sus paredes verticales, el nivel será indicado según se especifique en los Planos.

El Contratista programará y planificará las excavaciones necesarias para cimentaciones, obras de arte, tuberías, etc. incluyendo tanto el calendario de ejecución de las excavaciones, como los métodos de excavación y protección de las mismas. Las excavaciones se harán a máquina o a mano, según convenga al programa de ejecución del rubro, y/o a la naturaleza de la excavación que va a realizarse. El procedimiento a utilizar deberá ser aprobado por la Supervisión.

El Contratista ejecutará toda la excavación para las obras permanentes y otras excavaciones necesarias para la ejecución de la obra. El descapote no se considera como excavación. Las excavaciones y sobre-excavaciones indicadas en los planos, para las diferentes estructuras, en general tendrán las dimensiones necesarias para permitir la construcción de las mismas y será la Supervisión, quien previo al inicio de las excavaciones, revisará y aprobará las dimensiones.

Los costos de la excavación incluyen la remoción total de troncos, raíces enterradas o de otros materiales, que puedan estorbar o perjudicar las obras. Cuando sea necesario realizar excavaciones contiguas a cimentaciones existentes, el Contratista deberá apuntalar esas estructuras adyacentes y realizar dichos trabajos, con equipos livianos o con herramientas operadas manualmente. Igualmente deben ademarse las excavaciones que presenten peligro para los trabajadores. No se hará ninguna concesión de costos adicionales por los trabajos antes descritos

No será motivo de variación en el precio unitario, el hecho de que la profundidad real de las excavaciones exceda a las mostradas en los planos, cuando las condiciones mecánicas de los suelos encontrados al momento de efectuar las excavaciones, no

El proceso de este corte será realizado de tal manera que en todo momento se garantice el debido drenaje del terreno. El corte será realizado utilizando la maquinaria adecuada.

2.3. EXCAVACIONES

El trabajo especificado aquí incluye: las excavaciones para cimentaciones, paso de tuberías, cajas, cunetas, pozos u otros fines; la nivelación de superficies para pisos interiores sobre el suelo, estacionamiento, vías, jardinería, tuberías y contra muros de retención.

El Contratista efectuará toda la excavación necesaria, deberá hacerse con sus paredes verticales, el nivel será indicado según se especifique en los Planos.

El Contratista programará y planificará las excavaciones necesarias para cimentaciones, obras de arte, tuberías, etc. incluyendo tanto el calendario de ejecución de las excavaciones, como los métodos de excavación y protección de las mismas. Las excavaciones se harán a máquina o a mano, según convenga al programa de ejecución del rubro, y/o a la naturaleza de la excavación que va a realizarse. El procedimiento a utilizar deberá ser aprobado por la Supervisión.

El Contratista ejecutará toda la excavación para las obras permanentes y otras excavaciones necesarias para la ejecución de la obra. El descapote no se considera como excavación. Las excavaciones y sobre-excavaciones indicadas en los planos, para las diferentes estructuras, en general tendrán las dimensiones necesarias para permitir la construcción de las mismas y será la Supervisión, quien previo al inicio de las excavaciones, revisará y aprobará las dimensiones.

Los costos de la excavación incluyen la remoción total de troncos, raíces enterradas o de otros materiales, que puedan estorbar o perjudicar las obras. Cuando sea necesario realizar excavaciones contiguas a cimentaciones existentes, el Contratista deberá apuntalar esas estructuras adyacentes y realizar dichos trabajos, con equipos livianos o con herramientas operadas manualmente. Igualmente deben ademarse las excavaciones que presenten peligro para los trabajadores. No se hará ninguna concesión de costos adicionales por los trabajos antes descritos

No será motivo de variación en el precio unitario, el hecho de que la profundidad real de las excavaciones exceda a las mostradas en los planos, cuando las condiciones mecánicas de los suelos encontrados al momento de efectuar las excavaciones, no sean apropiadas; además, no será motivo de pago adicional, la presencia de agua en

Igualmente, el Contratista reparará a satisfacción de la Supervisión cualquier obra que se haya dañado por fallas en las excavaciones, producto de la negligencia u omisión del Contratista. Estas reparaciones tampoco significarán costos para el Propietario.

2.3.2. PROTECCIÓN

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias, por iniciativa propia o por orden de la Supervisión, para proteger el trabajo y garantizar la seguridad de los trabajadores y otras personas que deban visitar la obra, incluyendo la construcción de cercas u otros obstáculos al tránsito.

Todos estos trabajos serán efectuados por cuenta del Contratista; igualmente será a cargo del Contratista la restitución del terreno que se haya ablandado y humedecido excesivamente, a causa de la acumulación de agua en las excavaciones.

Cuando deban efectuarse excavaciones vecinas a obras ya erigidas, el Contratista aplicará por su cuenta, las medidas necesarias para garantizar la estabilidad de las obras ya construidas. Si en el curso de las excavaciones se encuentran tuberías, cajas de mampostería u otros elementos similares, que no estén indicados en los planos, deberá advertirse de ello inmediatamente a la Supervisión, para que determine lo que debe hacerse.

2.4. RELLENO

Los materiales utilizados para el relleno de excavaciones deberán ser adecuados a ese fin, tal como el material excavado y aprobado por la Supervisión, o material de préstamo aprobado por el mismo. El material de relleno estará razonablemente libre de raíces, hojas, desechos orgánicos y escombros, así como también de piedras que tengan un diámetro superior a 10 cms.

El relleno será hecho en capas horizontales de un espesor máximo de material suelto de 15 a 20 cms, para compactar las capas del relleno se utilizarán compactadores manuales (pisones) o motorizados. Se llevará la densidad de cada capa al 90% de la densidad máxima del material, con excepción de las capas que constituyen los últimos 50 cms. de relleno, las cuales deberán llevarse a una densidad de 95% de la densidad máxima obtenida en el Laboratorio.

No se colocará material para una nueva capa antes de que el precedente haya sido completamente compactado. El contenido de humedad de los materiales para relleno, en el momento de la compactación, será necesario considerarlo para obtener la densidad requerida a juicio del Laboratorio. Todas las capas que formarán un

relleno serán compactadas hasta que cada capa alcance una densidad no menor del 90% de la densidad máxima determinada por el ensayo AASHTO T- 180, método D

Si el material propuesto por el Contratista tiene una humedad excesiva, podrá secarse con aprobación del laboratorio.

Los rellenos que no cumplan los anteriores requerimientos de densidad y de humedad deberán ser removidos y repetidos a satisfacción del Supervisor por cuenta del Contratista. Las pruebas de densidad de campo de los suelos, se harán por los métodos que la Supervisión considere convenientes, pero en el caso de controversia, se seguirá lo especificado por la "A.A.S.H.O.", designación T-147 "Métodos Standard de Prueba para la determinación de la Densidad de Campo de los Suelos en el Sitio".

Para los trabajos de relleno deberán de seguirse las normas y requerimientos siguientes:

- a) No se iniciará ningún relleno si el Supervisor no ha verificado y aprobado la estructura construida dentro de la excavación. Antes de iniciar cualquier relleno, las excavaciones deberán estar libres de formaletas, agua, maderas, desperdicios y de cualquier otro material perjudicial para el mismo.
- b) Los materiales provenientes de las excavaciones podrán emplearse para efectuar los rellenos, solamente si son adecuados para ello. La roca, el talpetate, las arcillas muy plásticas, las materias de origen orgánico, etc., se consideran inadecuados para rellenos y no se aceptará que se usen para este propósito.
- c) Si de acuerdo a lo anterior el material obtenido de las excavaciones, resulta insuficiente para efectuar el relleno, el Contratista proveerá material adecuado faltante, de un banco aprobado por la Supervisión.
- d) Si el Contratista, sin autorización rellenara más de lo indicado en los documentos contractuales y si el Supervisor lo requiere, excavará hasta obtener los niveles correctos, sin que por ello se le reconozca costo extra.

Todos los rellenos deberán ser depositados en capas horizontales no mayores de 15 cms, las que deberán ser humedecidas si se requiere y compactadas mediante

densidad máxima obtenida mediante la norma AASHTO T-134 y su ejecución deberá contar con la autorización previa y por escrito de la Supervisión.

- c) Toda excavación y/o relleno en exceso a los niveles indicados en los planos, no se pagarán a menos que sean autorizados previamente por escrito por la Supervisión.
- d) Si el Contratista, sin autorización excavara y/o rellenara más de lo indicado, no será pagado como extra y estará obligado a excavar y/o rellenar y compactar por su cuenta, hasta el nivel indicado, utilizando todos los materiales y sistemas de construcción aprobados por la Supervisión.
- e) Deben diseñarse donde apliquen, ademes o muros, tal como descrito en la Sección 2.3.2 "Protección".

2.4.5. LIMPIEZA

Al terminar el trabajo, el Contratista deberá dejar en condiciones de limpieza y presentación, la estructura y las áreas adyacentes afectadas por sus operaciones, retirará todas las estructuras provisionales, escombros y excedentes de material, y dejará sin obstrucciones, y a nivel el área de relleno.

2.5. SUSTITUCIÓN DE SUELOS

El material sobre excavado se evaluará o sustituirá por cualquiera de los métodos siguientes:

- a) Si el material excavado o sobre excavado resulta adecuado el mismo se usará relleno y compactando en la forma descrita.
- b) Si el suelo es predominantemente arcilloso, se usará para relleno una mezcla de arena de río o de banco, y dicho material, en proporción volumétrica de 30 % de arena y 70 % de suelo arcilloso.
- c) Si el material es de baja plasticidad se usará una mezcla volumétrica 50 % de material granular no plástico tipo SM con suelo del sitio.
- d) El Contratista podrá, si el Supervisor lo aprueba, usar otros métodos de sustitución.

2.6. ACARREO DE MATERIAL SELECTO

Según se cuantifique en el plan de propuesta o sea indicado por la Supervisión, cuando sea necesario, este rubro incluye el transporte de material selecto desde el banco de préstamo exterior a la obra, e incluye las labores de carga y descarga del mismo. En caso que se diera orden de cambio para excavar y rellenar en mayor

volumen que el indicado en el plan de propuesta, este se pagará al precio unitario que establece el Formato de Oferta.

El material llamado en estas Especificaciones "Material Selecto", se refiere a material granular no plástico, tipo SM (tierra blanca), de preferencia de granulometría areno limoso.

2.7. DESALOJO Y DISPOSICIÓN FINAL

Después de terminado el relleno compactado hasta los niveles proyectados, el material sobrante será desalojado del área de trabajo, disponiéndolo dentro o fuera del terreno en la forma que disponga la Supervisión.

2.8. MEDICIONES Y FORMA DE PAGO

a) **Mediciones:** El Contratista establecerá perfiles del terreno al inicio del trabajo, de común acuerdo con el Supervisor, a fin de medir con precisión el volumen cortado.

La Supervisión establecerá puntos de referencia, que no deberán ser removidos y que servirán para verificar los niveles terminados y relacionarlos con los originales. Se medirán en su posición original los m³ efectivamente excavados, usando el "Método del Promedio de las Áreas", aplicado a las secciones transversales tomadas antes y después de efectuado el corte y la unidad de medida para el relleno será el m³ compactado.

b) **Forma de Pago:**

b.1) **El corte grueso:** será pagado por metro cúbico y el volumen será determinado con base en la cuadrícula del terreno, indicando los niveles antes y después del corte.

b.2) **Relleno Compactado para la conformación de terrazas:** El relleno se pagará por metro cúbico compactado. El volumen de relleno se calculará en la cuadrícula de nivelación del terreno antes y después de los movimientos de tierra.

b.3) **Excavación de Estructuras:** Para efectos de pago, el volumen de excavación y compactación para estructuras será delimitado por el plano de fundación de la estructura, por los planos verticales de los límites exteriores de la estructura y por el terreno natural. La partida se pagará por metro cúbico, al

6. ESTRUCTURAS METÁLICAS Y HOJALATERÍA

6.1. ALCANCES Y GENERALIDADES

El Contratista fabricará, transportará, pintará y montará, toda la estructura metálica y además, todos los restantes trabajos misceláneos de herrería, requeridos en los Planos y las Especificaciones Técnicas.

En todo el trabajo de esta Sección se tendrá especial cuidado de respetar las dimensiones indicadas en los Planos y las resultantes de las medidas verificadas en la obra. Los miembros estructurales en general deberán ser correctamente alineados y espaciados, según se indica en los Planos.

El Contratista deberá tomar las provisiones adecuadas para la ejecución de todos los trabajos interdependientes, por ejemplo: colocación de vigas, polines, barandales, pasamanos, canales, escopetas, paso de elementos metálicos a través de estructuras de concreto, etc. En los Planos Estructurales se indican los principales detalles, elementos metálicos, uniones y traslapes, entre las piezas estructurales, etc., y en los Planos de Arquitectura se encuentran los detalles de barandales, pasamanos, canales, etc. El Contratista elaborará y someterá a la aprobación de la Supervisión, los Planos de Taller de cualquier detalle no indicado en los Planos, pero en cualquier caso, el Contratista será completamente responsable por la correcta ejecución de los trabajos.

Antes de comenzar la fabricación de cualquier trabajo, el Contratista deberá someter a la Supervisión, cualquier cambio resultado de su adaptación a la obra, con sus respectivas justificaciones, Planos y cálculos de eventuales propuestas de cambio, en las piezas metálicas. Estas propuestas deberán ser hechas por escrito, agregando dos (2) copias del documento y de los dibujos de taller propuestos.

Los dibujos de taller deberán contener toda la información necesaria sobre la clase de materiales, dimensiones y detalles. No se permitirá al Contratista, desviación alguna de los Planos Contractuales, ni sustitución de piezas metálicas por otras de distintas dimensiones, a menos que la Supervisión lo apruebe por escrito.

Para aquello que no esté específicamente cubierto en este documento, se aplicarán las especificaciones contenidas en el "Manual of Steel Construction" (Manual de Construcción en Acero), octava edición (mínima) del American Institute of Steel Construction (AISC), y las normas aplicables del American Welding Society (AWS)

7. CONCRETO ESTRUCTURAL

7.1. ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo de esta Sección incluye la provisión de todos los materiales, mano de obra, equipo, servicios y cualquier otro trabajo necesario para la completa ejecución de todas las obras de concreto simple o reforzado, según se indica en los Planos y en estas Especificaciones.

El Contratista proveerá transporte, colocación, colado, protección, resanado y acabados de la superficie, erección, desmantelamiento de encofrados, suministros y colocación de acero de refuerzo.

Sin que esto limite la generalidad de lo anteriormente expuesto, el trabajo incluye lo siguiente:

- a) Fundaciones.
- b) Columnas y Vigas.
- c) Soleras.
- d) Paredes de concreto.
- e) Losas y Pisos.
- f) Estructura secundaria.

7.2. COMPOSICIÓN DE CONCRETO

El concreto que se utilice en las obras de este Contrato, será clasificado de acuerdo con la resistencia última a los veinte y ocho (28) días, la cual se indica en los Planos, de acuerdo a las diferentes clases a utilizarse en la obra, o a su falta será la aprobada por la Supervisión. El diseño de la mezcla y el proceso de construcción de las estructuras de concreto se deberán ceñir a todas las normas pertinentes de la ASTM, AASHTO, y ACI. El promedio de resistencia requerido en el diseño de la mezcla (f_c), deberá cumplir la Norma ACI-318R-92, Sección 5.2, basado en el estudio estadístico de las resistencias obtenidas anteriormente.

- e) La granulometría de los agregados gruesos y finos quedará dentro de los límites indicados en la designación C-33-67 de la ASTM.
- f) La procedencia de los agregados deberá mantenerse durante toda la construcción. Si fuere necesario cambiarla, deberá someterse a la aprobación de la Supervisión.
- g) El agua será limpia (potable) y sin cantidades nocivas de aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica y otras sustancias deletéreas.

7.3.3. ADITIVOS

La Supervisión podrá autorizar, caso por caso, el uso de aditivos, toda vez que éstos cumplan con lo que dictan las Normas ASTM, C-494, y sean producidos por fabricantes de reconocido prestigio, así como empleados según las instrucciones impresas de los propios fabricantes. Antes de emplear cualquier aditivo se efectuarán ensayos previos de cilindros para verificar el comportamiento del concreto combinado con dicho aditivo. Durante todo el período de los trabajos ejecutados con aditivos deberá llevarse un control continuo de las proporciones de la mezcla y de la calidad del producto.

Todos los aditivos que se usan en el concreto, por cualquier circunstancia no serán motivo de pago adicional y el Contratista está obligado a usarlos, si la Supervisión así lo ordena.

7.3.4. ACERO DE REFUERZO

Deberá de cumplir con las especificaciones estándar para varillas de refuerzo en concreto armado ASTM A-615, así como la especificación A-305, para las dimensiones de las corrugaciones. Su esfuerzo de fluencia será el indicado en los planos.

7.4. ENSAYOS, DOSIFICACIÓN Y CONTROL DE LA MEZCLA

- a) **Generalidades:** El Control de Suelos y Control de calidad de los materiales y del concreto será realizado por un laboratorio especializado. Las pruebas respectivas deberán de realizarse de acuerdo a las normas de la Sociedad Americana para pruebas y materiales ASTM citadas en las Especificaciones. El Laboratorio de Suelos y Control de Calidad de materiales y concreto, previamente aprobado por la Supervisión, será contratado y pagado por el Contratista.

El concreto para todas las partes del trabajo deberá ser de la calidad especificada y capaz de ser colocado sin segregación excesiva y de desarrollar, cuando endurezca todas las características requeridas por estas Especificaciones y por los Documentos Contractuales.

- b) **Resistencia:** La resistencia mínima de ruptura por compresión a los 28 días será la indicada en los Planos.
- c) **Ensayos:** El Contratista suministrará muestras de todos los materiales por lo menos treinta (30) días antes de comenzar a usarlos. Todas estas muestras serán analizadas en el laboratorio que indicará la Supervisión. El costo de dichos Ensayos serán por cuenta del Contratista.
- d) **Calidad de las Muestras:** El Contratista pondrá a la orden de la Supervisión por lo menos treinta (30) días antes de empezar a usarse, los diseños de las mezclas y cilindros de prueba, por cada mezcla especificada, debiendo la Supervisión verificar la resistencia de las mismas.
- e) **Control del Concreto:** Se deberán tomar por lo menos dos (2) muestras por cada 10.00 metro cúbico (m³) de concreto colado para cada tipo de concreto. La Supervisión deberá determinar la necesidad de tomar muestras cuando el colado sea inferior a 10.00 m³, consistiendo cada muestra en tres (3) especímenes.

Los especímenes consistirán de cilindros normales de 6" de diámetro y 12" de altura y se tomarán de acuerdo con la Norma ASTM C-31-69 (1980). Estos cilindros se obtendrán durante la etapa de colado, no debiendo obtenerse todos de la misma revoltura o entrega, si se usa concreto premezclado. El muestreo se realizará de acuerdo a la Norma ASTM C-172 y las pruebas se efectuarán de acuerdo con las Especificaciones ASTM C-39. Un espécimen se ensayará a la compresión a los siete (7) días. Los dos (2) especímenes restantes de cada muestra se ensayarán a la compresión a los veinte y ocho (28) días y su promedio se denominará Prueba de Resistencia. En caso de que las pruebas a los siete (7) días indiquen baja resistencia, deberán probarse los cilindros restantes a los catorce (14) días; si este resultado también fuera deficiente, se aplicarán las disposiciones correspondientes a estructuras defectuosas contenidas en la Sección 6.10., "Estructuras Defectuosas y Tolerancias". Los cilindros para ensayos de ruptura del concreto serán hechos y almacenados de acuerdo con la Norma ASTM C-31.

gráfica de resistencia contra el tiempo, que servirá como base para aceptar el concreto.

7.5. PREPARACION Y COLOCACION DEL CONCRETO

- El concreto se preparará exclusivamente con mezcladores mecánicos de tipo apropiado y sólo en la cantidad que sea necesaria para el uso inmediato.

- No se podrá usar el concreto que no haya sido colocado en su sitio a los treinta (30) minutos de haberse añadido el agua al cemento para la mezcla. El concreto premezclado que haya sido entregado en la obra, en camiones mezcladores, podrá colocarse en el término de cincuenta (50) minutos, calculados desde el momento en que se ha añadido el agua al cemento. Los tiempos aquí indicados serán ajustados adecuadamente en caso de usarse aditivos en la mezcla.

- El concreto será colocado preferiblemente durante las horas diurnas; la Supervisión podrá aprobar, caso por caso, la colocación de concreto en horas nocturnas, previa solicitud escrita del Constructor y toda vez que en el área de trabajo haya sido instalado con la debida anticipación, un adecuado sistema de iluminación, y que las condiciones meteorológicas sean favorables. La autorización para iniciar un colado se dará por escrito, previo compromiso escrito del Constructor, de pagar las horas extras que trabaje la empresa supervisora.

- No se colocará ningún concreto hasta que la Supervisión haya aprobado la profundidad y condición de las fundaciones, los encofrados, apuntalamientos y la colocación del refuerzo, según sea el caso.

- El Contratista será responsable de dar aviso por escrito a la Supervisión, con cuarenta y ocho (48) horas de anticipación, al día en que se requiere la inspección.

- El método de colocación del concreto será tal que evite la posibilidad de segregación o separación de los agregados. Si la calidad del concreto, cuando éste alcance su posición final no es satisfactoria, se discontinuará y se ajustará el

método usado en la colocación, hasta que la calidad del concreto sea satisfactoria.

- En la colocación de concreto en formaletas hondas se deberá usar embudo en la parte superior y tubo de metal o de hule para evitar salpicar las formaletas y el acero de refuerzo y evitar la separación en el concreto. Las losas de concreto se colocarán en una capa. En caso de que se usen canalones para depositar el concreto la inclinación de estos no será mayor de cuarenta y cinco (45) grados.
- El concreto deberá ser colocado tan cerca de su posición final como sea posible y no deberá ser depositado en gran cantidad en un determinado punto para luego extenderlo y manipularlo a lo largo de las formaletas.

- Todo el concreto será compactado por medio de vibradores mecánicos con frecuencia de vibración no menor de 3,600 rpm los cuales deberán estar en buenas condiciones de funcionamiento y en cantidad adecuada para que las operaciones de colado procedan sin demora.

- La vibración deberá ser suficientemente intensa para afectar visiblemente el concreto dentro de un radio mínimo de 60 cm alrededor del punto de aplicación, pero no deberá prolongarse demasiado para evitar la segregación de los agregados.

- En muros, cimientos, columnas y vigas se usarán vibradores de inmersión aplicados directamente al concreto; en losas y pisos, se usarán vibradores de superficie (palancas y reglas vibratorias).

- Para garantizar superficies lisas y libres de colmenas la vibración será complementada con manipulación con hurgones y pisones en las esquinas y los lugares poco accesibles, mientras el concreto esté en condiciones plásticas por la acción del vibrador. La cara superior de columnas, vigas y muros deberá quedar bien compactada y nivelada. El Contratista deberá tener disponibles por cada colado tres (3) vibradores y dos (2) adicionales de reserva.

uno de los elementos de construcción, de lo cual se hace responsable el Contratista o el Suministrante del concreto premezclado, indicando la cantidad y tipo de aditivo que se propone usar para retardar el fraguado.

- e) A menos que se indique de otra manera en los Planos o que la Supervisión indique lo contrario, las juntas de construcción deberán localizarse cerca de la parte media del alero de losas y vigas, a menos que una viga secundaria intercepte a la viga principal en dicho punto, en cuyo caso la junta en la viga deberá desplazarse una distancia igual a dos (2) veces, el ancho de la viga secundaria.

7.7. ENCOFRADOS

Las formaletas deberán ser de plywood, tratado especialmente para que no se deforme con la humedad (plyform), o metálicas; deberán construirse de tal manera de obtener las dimensiones de los elementos estructurales que se indican en los Planos y deberán ser suficientemente impermeables para evitar fugas de lechada a través de las juntas al efectuarse los colados.

Los elementos de la formaleta deberán ser suficientemente resistentes para soportar todas las cargas y condiciones a las cuales estarán sometidos, especialmente durante las operaciones de acarreo y colocación del concreto y para soportar la presión del concreto fresco hasta que éste haya fraguado.

Se proveerán suficientes apoyos, amarres y contraventeos para evitar que se abran las formaletas y para asegurar la correcta alineación de los elementos colados; asimismo, se proveerán cuñas u otros dispositivos para permitir la fácil remoción de las formaletas sin dañar la estructura.

Las formaletas deberán ser prefabricadas antes de armarse completamente de forma que el tiempo de armado o montaje de estas no sobrepase al tiempo permisible por el aditivo para unir concreto viejo con nuevo.

En nervaduras de muros de corte, columnas y elementos verticales de estructura secundaria deberán proveerse ventanillas laterales en posiciones adecuadas inferiormente para facilitar la limpieza de la base de la estructura y a media altura para facilitar la introducción de vibradores y hurgones.

Las formaletas deberán permanecer numedecidas durante dos (2) horas antes de que se efectúe el colado.

Para proteger las aristas de los elementos de concreto armado deberán dejarse chaflanes no mayores de 2 cm (cateto).

Ningún colado podrá efectuarse sin antes obtener el visto bueno de la formaleta prefabricada por parte de la Supervisión.

La estabilidad, rigidez e impermeabilidad de la formaleta armada serán de absoluta responsabilidad del Contratista. Si la calidad de la formaleta no llena las especificaciones citadas anteriormente, ésta será removida y reconstruida por cuenta del Contratista.

7.8. DESENCOFRADOS

Las costillas de vigas, muros, columnas y nervaduras pueden removerse doce (12) horas después del colado aplicando de inmediato el proceso de curado.

El encofrado de losas densas y de los asientos de vigas principales y secundarias pueden retirarse cuando la resistencia del concreto, demostrada con cilindros de ensayo realizados a esa fecha confirmen que la resistencia es adecuada para las cargas propias y las impuestas durante el proceso de construcción sin sufrir deformaciones o flechas no previstas en el diseño estructural original.

En caso de no seguir el procedimiento antes mencionado, el inicio del proceso de desencofrado se efectuará veinte y un (21) días después de la fecha de colado.

En todos los casos, el Constructor será responsable de corregir cualquier problema por retiro prematuro de los encofrados.

El Contratista no podrá por ningún motivo cargar las estructuras desencofradas con cargas vivas superiores a las asumidas en el diseño. Al remover la formaleta, la superficie del concreto deberá estar sin defectos y libre de concentración de agregados, cavernas y porosidades que afecten la resistencia del elemento en cuestión.

Cualquier defecto en el acabado de las superficies no deberá ser reparado hasta ser inspeccionado por la Supervisión. Si el defecto de colado expone las barras de refuerzo, la Supervisión podrá ordenar la reparación o la reposición parcial o total del elemento defectuoso.

Los agujeros resultantes de tensores de los encofrados, de muros, vigas o columnas deben sellarse con mortero tipo DRY PACK, compactándolo adecuadamente y con una coloración apropiada para lograr superficies de concreto visto homogéneas.

7.9. CURADO DEL CONCRETO

El Contratista deberá prestar atención especial al curado del concreto iniciando el curado tan pronto como haya fraguado suficientemente y nunca después de pasadas cuatro (4) horas de su colocación.

El curado del concreto deberá durar catorce (14) días como mínimo. En superficies horizontales, el concreto deberá curarse manteniéndose húmedo por inmersión o por medio de tela o arena, mojadas constantemente, durante un período no menor de tres (3) días.

Se considerará aceptable el uso de membranas que impidan la pérdida de agua del elemento recién colado

En superficies verticales deberá mantenerse la formaleta perfectamente húmeda durante el período en que éste se encuentre sobre el miembro; posteriormente deberá aplicarse algún compuesto específico para la curación, previamente aprobado por la Supervisión y de acuerdo con las instrucciones impresas del fabricante. Los compuestos curadores deberán cumplir con la Norma ASTM C-309

7.10. ESTRUCTURAS DEFECTUOSAS Y TOLERANCIAS

a) **Estructuras Defectuosas:** Cada vez que la inspección visual de la obra ejecutada o los ensayos de ruptura de los cilindros de pruebas de carga indiquen que el concreto colado no se ajusta a los Planos o a las Especificaciones, se tomarán las medidas tendientes a corregir la deficiencia, según lo prescriba la Supervisión, sin costo alguno para el Propietario.

Cuando al retirar los encofrados se noten imperfecciones en los llenos de concreto, conocidas comúnmente con el nombre de "Colmenas", estas se llenarán con concreto mejorado con un expansivo, previa inspección o autorización de la Supervisión y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; para llevar a cabo este trabajo, se removerá todo el concreto de la parte de la estructura dañada dejándola libre de partículas sueltas y protuberancias. Las áreas removidas deben tener secciones prismáticas y boceladas para impedir que se salga el concreto.

Cuando sea necesario corregir las deficiencias habrá que demoler las estructuras defectuosas por cuenta del Contratista y reponer, también por su cuenta, el

material y el trabajo ejecutado; esto debe realizarse con cincel o punta de acero. La cavidad será lavada con agua a presión, a fin de remover todas las partículas libres.

La Supervisión podrá indicar métodos distintos según la naturaleza y la ubicación de las colmenas o defectos del colado.

Si las colmenas tienen una profundidad mayor de 1/3 de la sección mínima del elemento estructural, se demolerá y se colará de nuevo por cuenta del Contratista, usando aditivo estabilizador volumétrico, cuando el elemento está confinado por otros elementos colados anteriormente.

La reparación de las imperfecciones del concreto correrá a cuenta del Contratista y se completarán dentro de las veinte y cuatro (24) horas subsiguientes a la remoción de los encofrados.

Las imperfecciones superficiales podrán ser corregidas con mortero de cemento, utilizando la misma dosificación que la del concreto, previa inspección y aprobación de la Supervisión.

El trabajo debe ser ejecutado de manera que no sea fácilmente identificable, después de efectuada la reparación. La Supervisión podrá exigir muestras previas para lograr una coloración homogénea de la reparación.

Las protuberancias se resanarán mediante cincel, hasta que coincidan con el concreto a nivel, sin costo adicional para el Propietario.

No se permitirá resanar defectos u oquedades en el concreto sin la autorización previa y por escrito del supervisor.

Donde exista duda respecto a la calidad del concreto de una estructura, aun cuando se hayan hecho los ensayos de ruptura de cilindros de prueba, la Supervisión podrá exigir ulteriores ensayos de ruptura con muestras de concreto endurecido según la Norma ASTM C-42 u ordenar pruebas de carga para la parte de la estructura donde se haya colocado el concreto que se pone en duda.

- b) **Tolerancias:** Las irregularidades de superficie serán calificadas como "Abruptas" o "Graduales". Los salientes en superficies de concreto visto, causados por desplazamientos o mala colocación del molde o por defectos en la madera, serán considerados como irregularidades tanto en la superficie de concreto visto como en la superficie de acabados; serán consideradas como graduales y serán medidas por medio de una regla.

8. ACERO DE REFUERZO

8.1. ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista suministrará, cortará, doblará y colocará todo el refuerzo de acero, incluyendo barras, estribos, coronas, amarres, espaciadores, de acuerdo con lo que indiquen los planos y las especificaciones o como se ordene de parte de la Supervisión.

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión los planos de taller del armado de todas las estructuras, que muestren la exacta ubicación de los traslapes, conexiones mecánicas o de las juntas soldadas, los detalles de cruce del refuerzo en intersecciones de vigas y columnas, el paso de tuberías y ductos, y cualquier otro detalle pedido por la Supervisión. Los planos de taller se enviarán a la Supervisión para su aprobación con quince días de anticipación. Antes de iniciar el armado.

El refuerzo de acero para el concreto será del grado 40 ó 60 según lo especifique los planos, especificación ASTM A-706, para las varillas del número 3 y mayores. Todo el refuerzo, exceptuando el diámetro de $\frac{3}{8}$ ", será corrugado. El Contratista realizará por su cuenta un ensayo de tensión y uno de dobleces por cada lote de cinco toneladas o fracción, del mismo calibre

8.2. ACERO

Deberá cumplir con las Especificaciones estándar para varillas de refuerzo en concreto armado ASTM A-615, así como las Especificaciones A-305, para las dimensiones de las corrugaciones. Su esfuerzo de fluencia será el indicado en los Planos. El acero deberá estar libre de defectos de manufactura y su calidad deberá estar garantizada, antes de su uso por el fabricante y justificado por el Contratista, por medio de pruebas realizadas en el material entregado en la obra.

8.3. COLOCACIÓN DEL REFUERZO

- a) El Contratista cortará, doblará y colocará todo el acero de refuerzo de acuerdo con lo que indiquen los Planos y las Especificaciones o como ordene la Supervisión.
- b) Todo el refuerzo deberá estar libre de óxido suelto, de aceite, grasa u otro recubrimiento que pueda destruir o reducir su adherencia con el concreto.

- c) Se utilizarán caballitos de varillas, cubos de concreto de la misma resistencia del colado, separadores, amarres, soldaduras, etc., para asegurar la posición correcta del refuerzo y evitar su desplazamiento durante el colado.
- d) El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, los planos de taller del armado de todas las estructuras, que muestren la exacta ubicación de los traslapes, conexiones mecánicas, los detalles de cruce del refuerzo en intersecciones de vigas y columnas, el paso de tuberías y ductos y cualquier otro detalle solicitado por la Supervisión. Los planos de taller se enviarán a la Supervisión para su aprobación con quince (15) días de anticipación, antes de iniciar el armado.
- e) El anclaje del acero de refuerzo entre miembros donde debe existir continuidad será como mínimo lo indicado en los Planos Estructurales, a partir de la sección crítica o plano de intersección de dichos miembros.
- f) El anclaje a la terminación de elementos estructurales, donde no exista continuidad, deberá efectuarse como se especifica en los Planos Estructurales.

8.4. DOBLADO

Todas las barras deberán ser rectas, excepto donde se indique lo contrario en los Planos; los dobleces se harán en frío, sin excepción. El doblado de las barras de refuerzo deberá hacerse cumpliendo con las Especificaciones ACI 318.

8.5. ESTRIBOS

Los estribos se construirán estrictamente en la forma en que están indicados en los Planos. No se permitirá calentar las barras antes de doblarlas, para formar los estribos; para ejecutar estos dobleces deberán utilizarse dobladoras especiales.

8.6. TRASLAPES Y CONEXIONES MECÁNICAS

a) **Traslapes:** cuando sean permitidos, se harán únicamente para barras menores o iguales a la No. 8 y deberán ser hechos de la manera como se indica en Plano. Los traslapes en losas no deberán afectar más del 25% del refuerzo por metro de sección. La longitud de los traslapes deberá de ser según lo indicado en los Planos.

b) **Conexiones Mecánicas:**

- b.1) Las varillas se podrán empalmar por medio de la utilización de conexiones mecánicas, siempre y cuando no se empalme más del 50% del refuerzo del lecho, en la misma sección y la distancia mínima, centro a centro, entre

empalmes de varillas adyacentes, sea de 60 cm, medidos a lo largo del eje longitudinal del miembro. Las varillas a empalmarse deberán alternarse siempre con varillas continuas. En columnas, no se permitirá el empalme de más del 50% del refuerzo; en una misma sección, solo se empalmarán varillas alternas y se guardará la misma distancia mínima entre empalmes adyacentes que para los demás miembros.

No se permitirá el uso de empalmes soldados por los riesgos de control de calidad y mano de obra poco experimentada.

- b.2) Los conectores mecánicos deberán desarrollar en tensión y compresión por lo menos 125% de la resistencia de fluencia especificada, de la varilla a empalmarse. En columnas, también se podrán emplear unidades especiales de transmisión, a fin de empalmar varillas de diferente diámetro.

8.7. LIMPIEZA Y PROTECCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

- a) El acero de refuerzo deberá estar limpio de oxidación, costras de concreto de colados anteriores, aceites, tierra o cualquier elemento extraño que pudiera reducir la adherencia con el concreto. En caso contrario, el acero deberá limpiarse con un cepillo de alambre, pero en ningún caso debe usarse un disolvente cuando se trate de materias grasosas, o recurrir al uso de fuego para limpiar el acero.
- b) Una vez aprobada la posición del refuerzo, deberán proporcionarse los mecanismos necesarios para evitar que dicho refuerzo pierda la posición correcta en que fueron aprobados.

8.8. ALMACENAJE

Inmediatamente después de ser entregado, el acero de refuerzo será clasificado por tamaño, forma, longitud, o por su uso final. Se almacenará en estantes que no toquen el suelo y se protegerá en todo momento de la intemperie.

De cada Partida de diferente diámetro, del acero de refuerzo entregado en la obra, se tomarán tres (3) probetas que deberán ser sometidas a prueba para acero de refuerzo, de acuerdo con la Norma ASTM A-370. No deberá utilizarse el acero de refuerzo que no esté de acuerdo con la Norma antes indicada.

18. CUBIERTA DE TECHOS

18.1. ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista suministrará todos los materiales, herramientas, equipo, transporte, servicio, mano de obra necesaria, la instalación de las cubiertas del techo en las edificaciones, conforme a lo indicado en los Planos y las presentes Especificaciones.

18.2. TRABAJO INCLUIDO

18.2.1. TECHO DE LÁMINA ZINCALUM

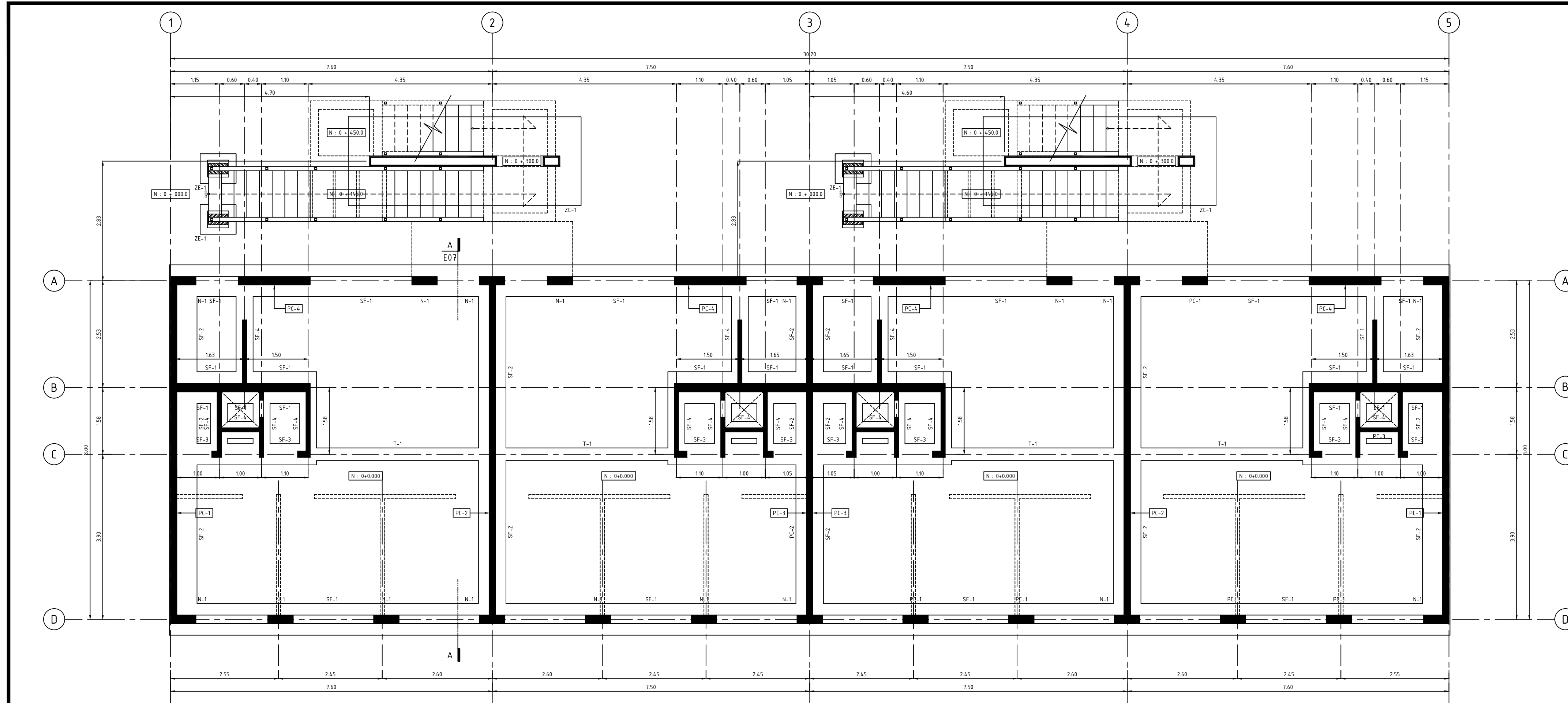
Este tipo de cubierta se instalará tanto en los edificios que comprenden todo el Proyecto como en los cuerpos de circulaciones verticales de los mismos, según se indica en los Planos.

Lámina de Zincalum es el producto resultante de recubrir el acero con una aleación compuesta por aluminio ((55%), zinc (43.5), y silicio (1.5%) en estado de fusión, mediante un proceso continuo de inmersión.; de acuerdo a dicha composición, la lámina Zincalum posee la resistencia a la corrosión, a la oxidación por calor y la reflexión del calor de los recubrimientos de aluminio, además de la troquelabilidad y protección del zinc. La lámina a utilizar será del tipo R-25 calibre 26. Será instalada sobre polines "C" u otro material que permita atornillar; se utilizará como fijación tornillo goloso autoroscante, con una arandela metálica y con empaque de neopreno.

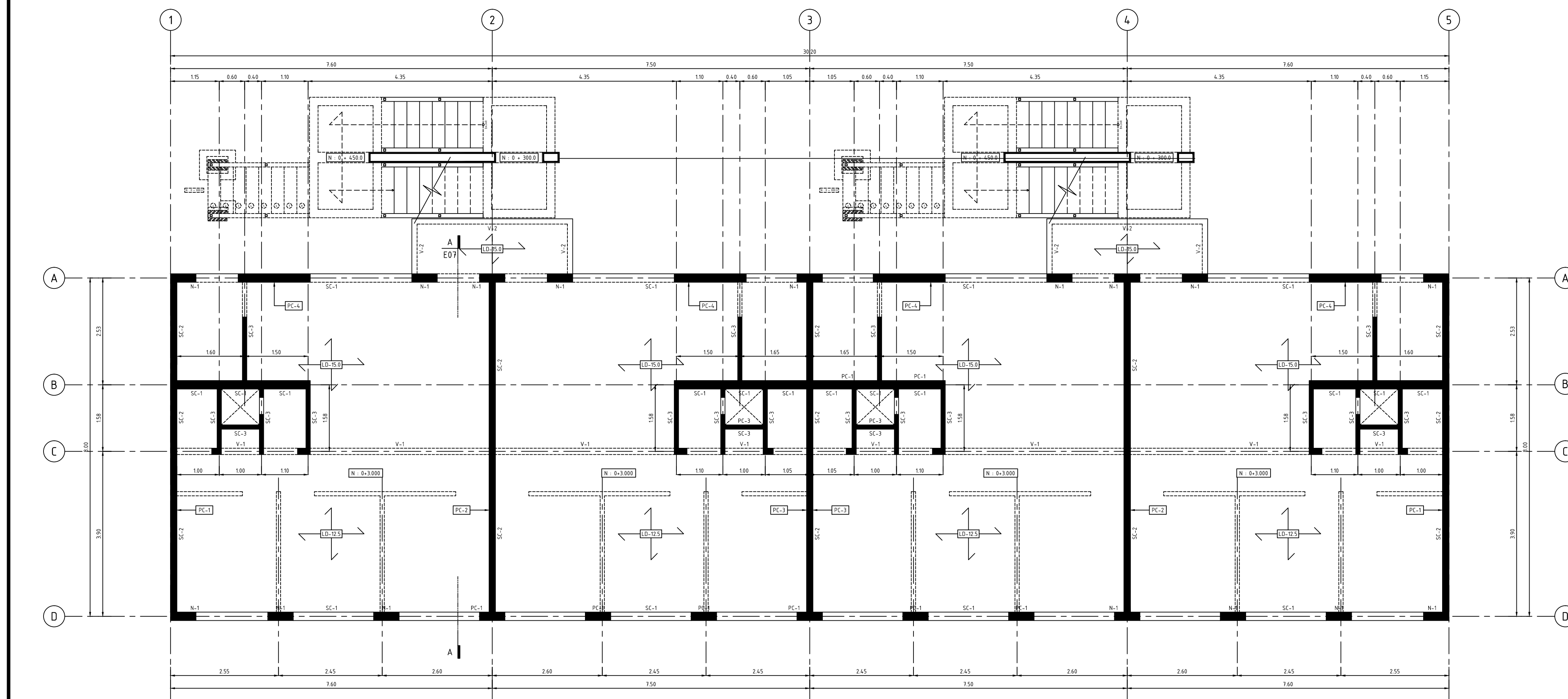
18.3. MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las cubiertas de lámina se pagarán por la cantidad de metros cuadrados de obra ejecutada, medida en superficie inclinada. Se pagará de acuerdo al precio unitario considerado en el Plan de Oferta. El precio unitario incluirá toda mano de obra, material y los elementos necesarios para su sujeción y terminación final.

Anexo 4.4. Planos Estructurales



PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES, N = 0+0.00
 MODULO TIPO "A" ESCALA: 1:50



PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES, N = 0+3.00
 MODULO TIPO "A" ESCALA: 1:50

NOTAS ESTRUCTURALES

GENERALES:
 LAS ACOTACIONES EN LAS PLANTAS SE MUESTRAN EN METROS Y EN LOS DETALLES SE MUESTRAN EN CENTÍMETROS, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA MANERA.
 CUALQUIER DIFERENCIA ENTRE COTAS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTÓNICAS DEBERÁ SER CONSULTADA AL SUPERVISOR DEL PROYECTO.
 EL CONSTRUCTOR SERÁ RESPONSABLE POR LA VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE TODAS LAS DIMENSIONES CONTENIDAS EN ESTOS PLANOS.
 EL CONSTRUCTOR SERÁ RESPONSABLE POR LA CORRECTA ELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRESENTADOS EN ESTOS PLANOS.

CONCRETO:
 EL CONCRETO A UTILIZARSE EN ESTE PROYECTO SERÁ DE PESO VOLUMÉTRICO NORMAL, CON UN ESFUERZO MÍNIMO DE RUPCIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD, f_c DE 280 Kg/cm².
 EL CEMENTO PARA LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO SERÁ PORTLAND, TIPO 60, CUMPLIENDO CON LO ESPECIFICADO EN ASTM C150.
 LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO DEBERÁN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS PARA GRADUACIÓN Y CALIDAD ESPECIFICADOS EN ASTM C33.
 EL CONSTRUCTOR SERÁ RESPONSABLE POR LA ADECUADA FABRICACIÓN DEL CONCRETO, ADIÁNDESE DE LOS PROCESOS CORRESPONDIENTES A ENCOFRADOS, COLADOS, CURADOS Y DESCOFRADOS.

ACERO DE REFUERZO:
 EL ACERO DE REFUERZO DEL # 2 SERÁ LISO Y TENDRÁ UN LÍMITE DE FLECUENCIA, F_y , NO MENOR A 2,300 Kg/cm².
 EL ACERO DE REFUERZO DEL # 3 Y MAYORES SERÁ CORRUGADO, DEBIENDO CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO EN ASTM A632 GRADO 60, O EN ASTM A706.

RECOBRIMIENTOS:
 EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO, DEBERÁ PROTEGERSE UTILIZANDO LOS RECOBRIMIENTOS MÍNIMOS INDICADOS A CONTINUACIÓN:

ELEMENTO	RECOBRIMIENTO
LECHO INFERIOR DE FUNDACIONES	7.5
ELEMENTOS EN CONTACTO LATERAL O SUPERIOR CON EL SUELO	5.0
COLUMNAS Y VIGAS	4.0
PAREDES Y LOSAS	3.0
NERVIOS Y SOLERAS	2.5

ESTRUCTURA METÁLICA:
 LOS PERFILES LAMINADOS COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁN CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A36, GRADO 50.
 LOS TUBOS Y ANILARES COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA, DEBERÁN CONTAR CON UN VALOR MÍNIMO DE FLECUENCIA DE 36 KSI.
 LOS ELEMENTOS DOBLADOS EN FRÍO (POLONES TIPO C) UTILIZADOS PARA EL APOYO DIRECTO DE LA LÁMINA DEL TECHO, DEBERÁN TENER UN VALOR DE FLECUENCIA, F_y , NO MENOR A 35 KSI.
 LAS SOLDADURAS DE ARCO METÁLICO Y LOS ELECTRODOS DEBERÁN CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO EN AWS A5.1 Y/O AWS A5.5. EL ELECTRODO A UTILIZAR SERÁ E 7018.
 TODAS LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS DEBERÁN CONTAR CON DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA DE DIFERENTE COLOR Y DE CALIDAD COMPROBADA.

Señal:

Proyecto: **PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA**
 CIUDAD DE SANTA TECLA

Propietario:

Presenta:

Diseño Estructural: **PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES Y ENTREPISO MODULO "A"**

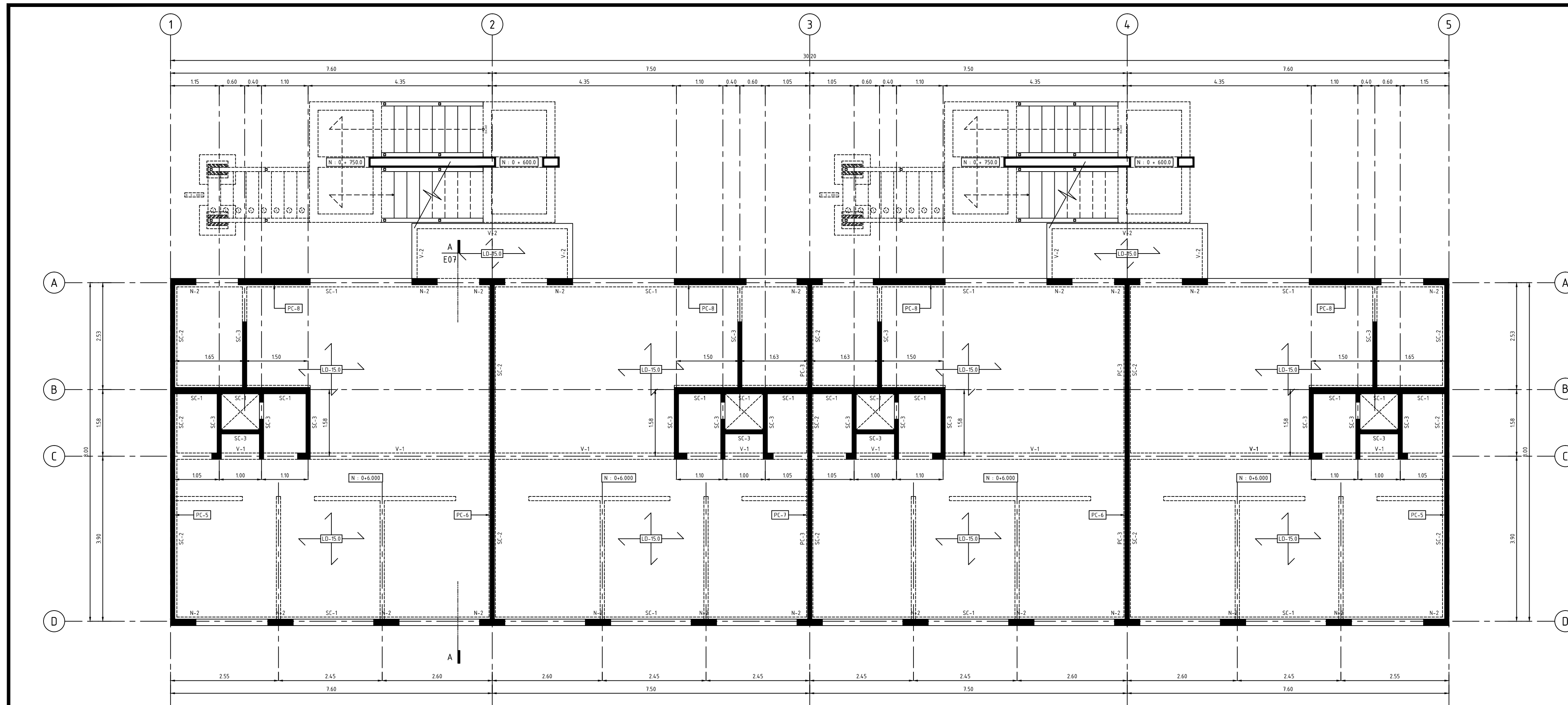
Fecha: FEBRERO 2013

Escala: INDICADAS

Plan: **E01**

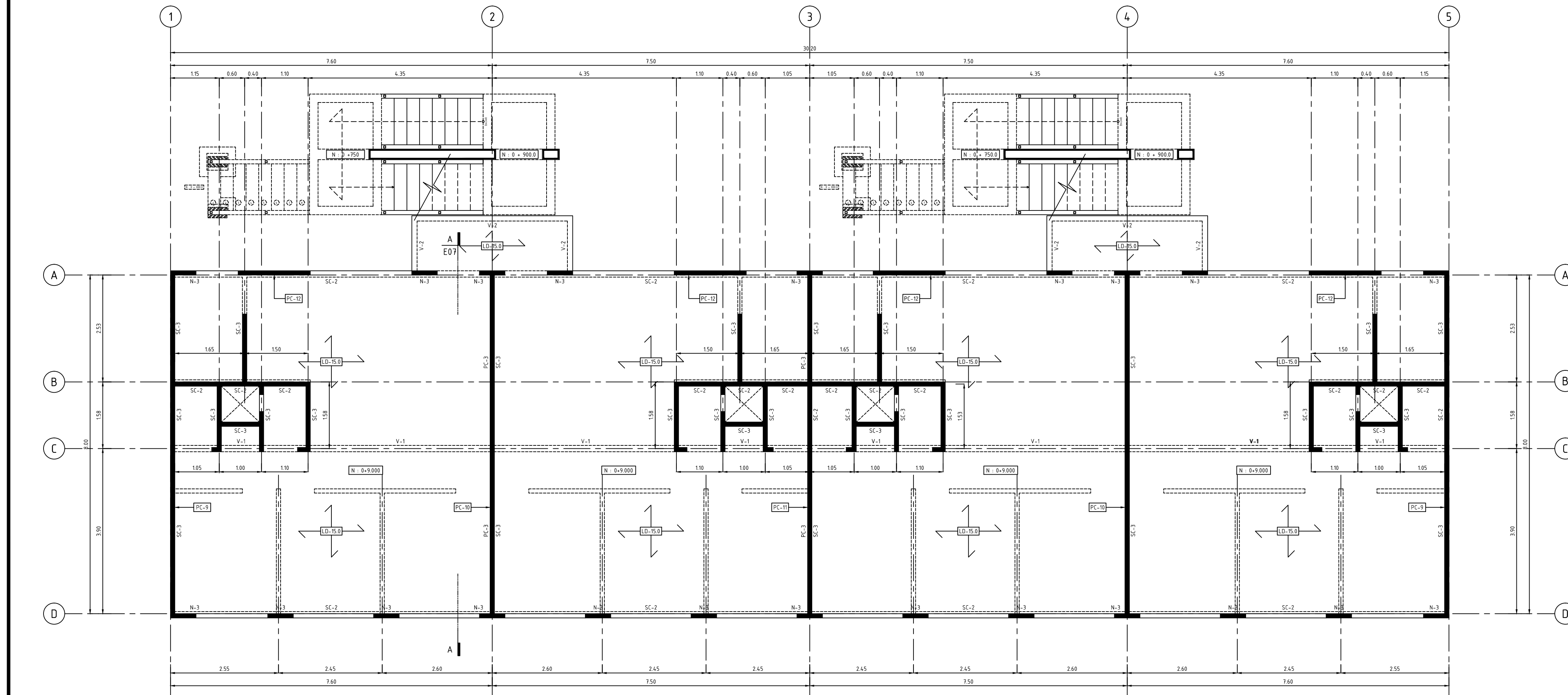
Observaciones:

Archivo: MEC/PROYECTOS



PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES, N = 0+6.000

MODULO TIPO "A" ESCALA: 1:50



PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES, N = 0+9.000

MODULO TIPO "A" ESCALA: 1:50

NOTA DE PLANTA

RESTITUCIONES DE SUELO:
 LOS ESPESORES Y PROFUNDIDADES DE RESTITUCIÓN DEL SUELO PARA EL APoyo DIRECTO DE LAS FUNDACIONES DEBERÁN SER DEFINIDOS EN CAMPO POR EL LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DESIGNADO.
 EL PROCEDIMIENTO PARA EJECUCIÓN DE LA RESTITUCIÓN CON SUELO-CEMENTO CONSIDERARÁ EN LO SIGUIENTE:

1. MATERIALES:
 - SUELO LIMO-ARENOSO NO ORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD.
 - CEMENTO PORTLAND, TIPO GU CON ESPECIFICACIÓN ASTM C150.
 - AGUA.
2. PREPARACIÓN:
 - DISPOSICIÓN DE 20 PARTES DE SUELO POR 1 PARTE DE CEMENTO (EN VOLUMEN).
 - MEZCLAR HIGIENAMENTE SIN AGUA POR EL VOLUMEN SE RECOMIENDA HACER LA MEZCLA EN CONCRETAS DE UNA O DOS BOLSAS.
3. COLOCACIÓN:
 - DISPOSICIÓN SOBRE LA ZONA DE MANERA ORDENADA EN CAPAS DE 20.0 CENTÍMETROS DE ESPESOR.
4. COMPACTADO:
 - MEDIANTE EL USO DE COMPACTACIÓN MECÁNICA.
 - REGO DISPERSO DURANTE ESTE PROCESO.
 - NO HAY CURADO.
 - DENSIDAD AL 90% DEL PROCTOR MODIFICADO.

CUADRO DE SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	JUNTA DE DILATACION ANCHO = X CENTIMETROS
	GRADA DE FUNDACIÓN ALTURA = X CENTIMETROS
	GANCHOS ESTANDAR DE 90° DOBLES DE ACERO DE REFUERZO

Sello:

Proyecto: **PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA**
 CIUDAD DE SANTA TECLA

Propietario:

Presenta:

Diseño Estructural: **PLANTAS ESTRUCTURALES DE ENTREPISOS MODULO "A"**

Consenso: **FEBRERO 2013**

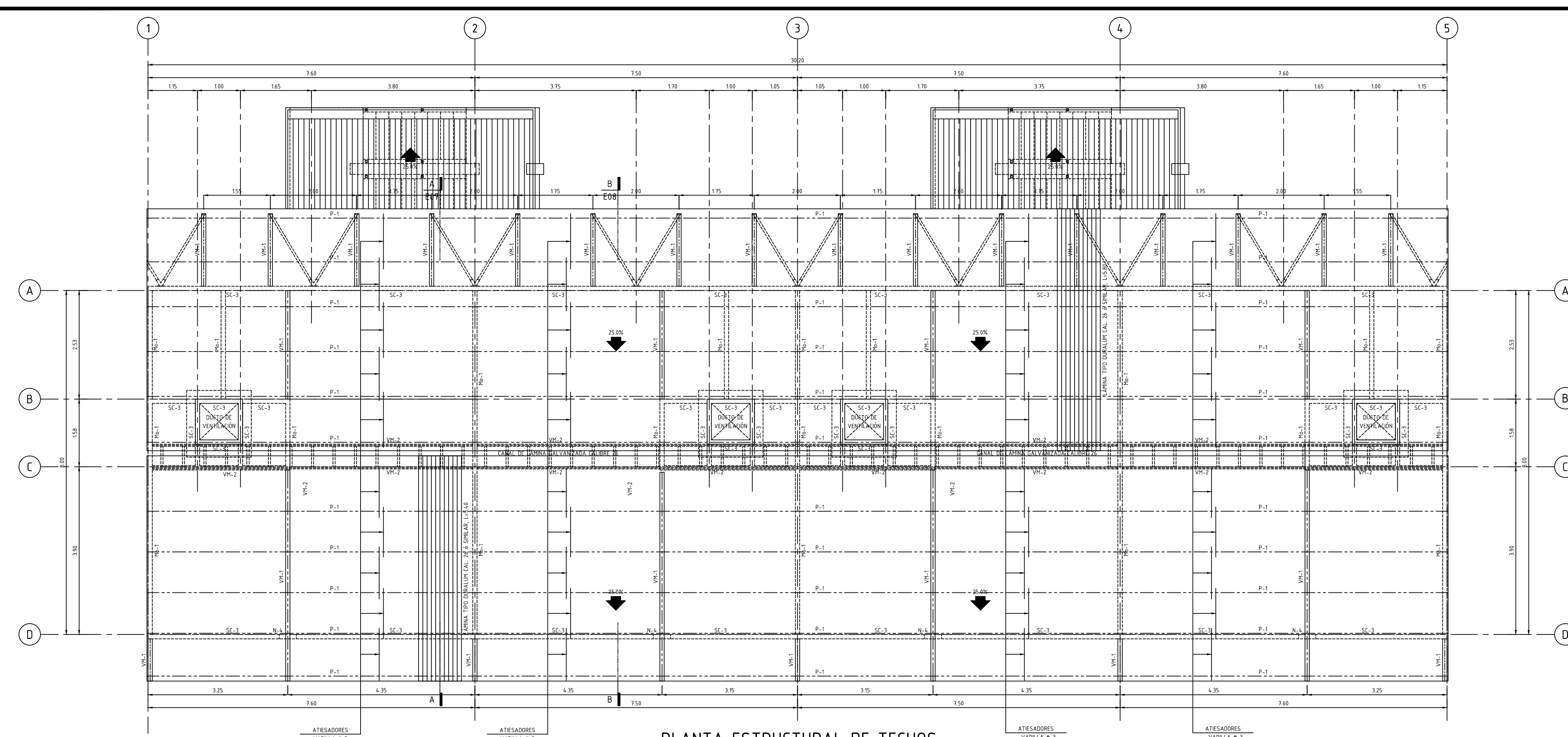
Fecha: **FEBRERO 2013**

Plano: **E02**

Escala: **INDICADAS**

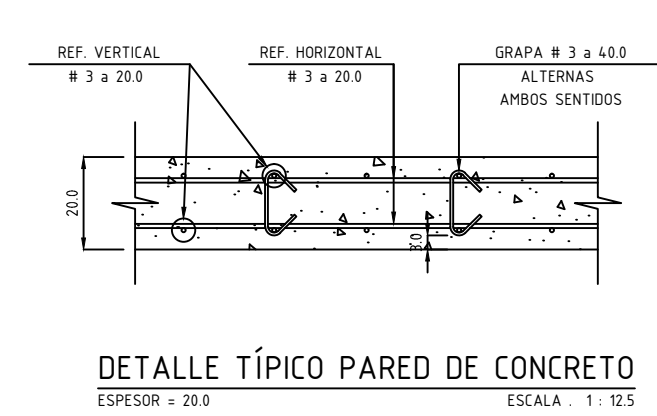
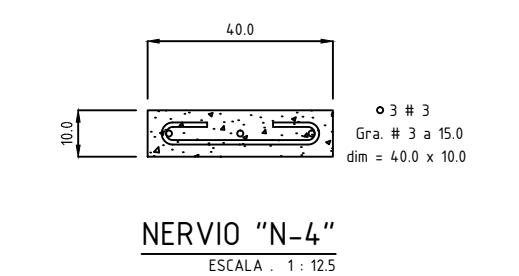
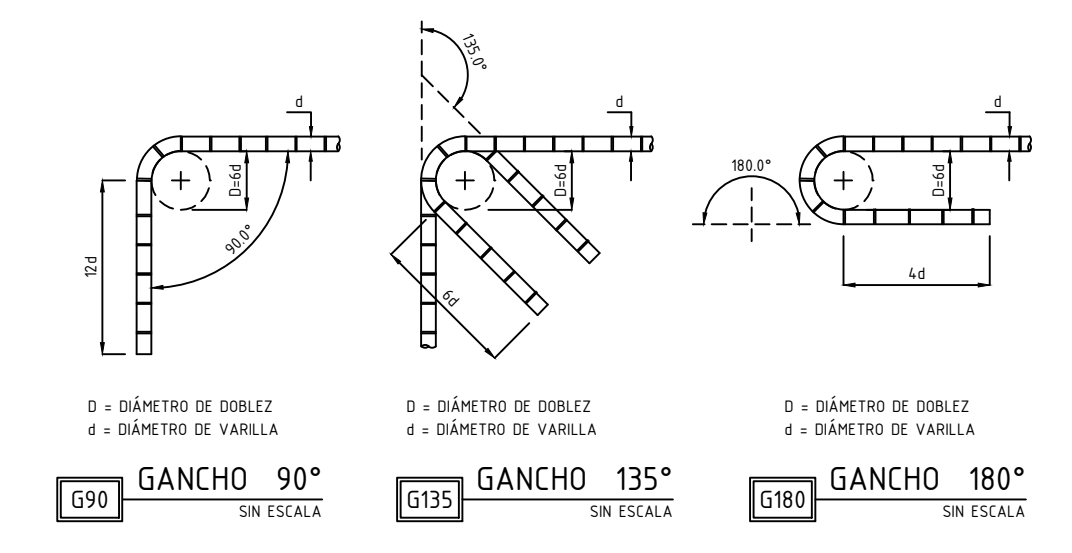
Observaciones:

Archivo: **MEC/ESTR/PLANTA**

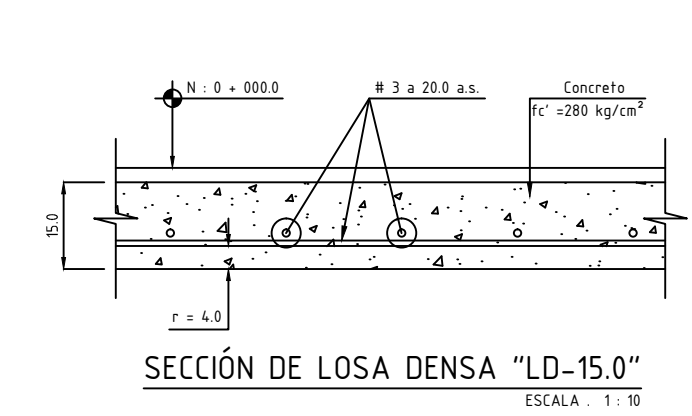


PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS
 MODELO TIPO "A" ESCALA: 1:50

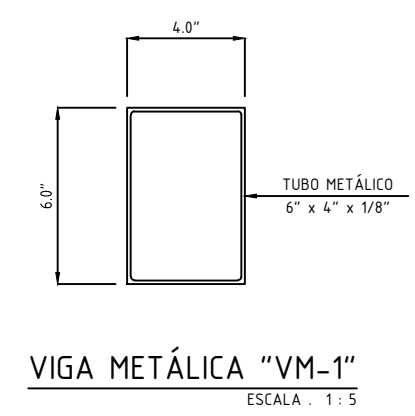
CUADRO DE VARILLAS			
ACERO GRADO 60. Fy = 4,200 Kg/cm ²			
CALIBRE	DIÁMETRO	TRASLAPE	ANCLAJE
# 2	1/4"	45.0	10.0
# 3	3/8"	45.0	15.0
# 4	1/2"	60.0	20.0
# 5	5/8"	75.0	25.0
# 6	3/4"	90.0	35.0
# 7	7/8"	105.0	45.0
# 8	1"	125.0	50.0



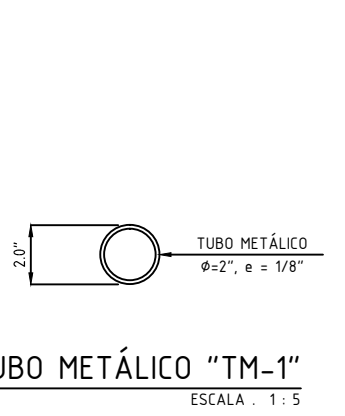
DETALLE TÍPICO PARED DE CONCRETO
 ESPESOR = 20.0 ESCALA: 1:12.5



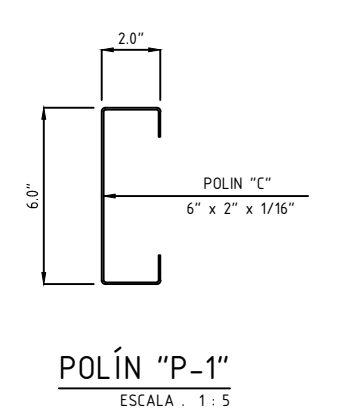
SECCIÓN DE LOSA DENSA "LD-15.0"
 ESCALA: 1:1.5



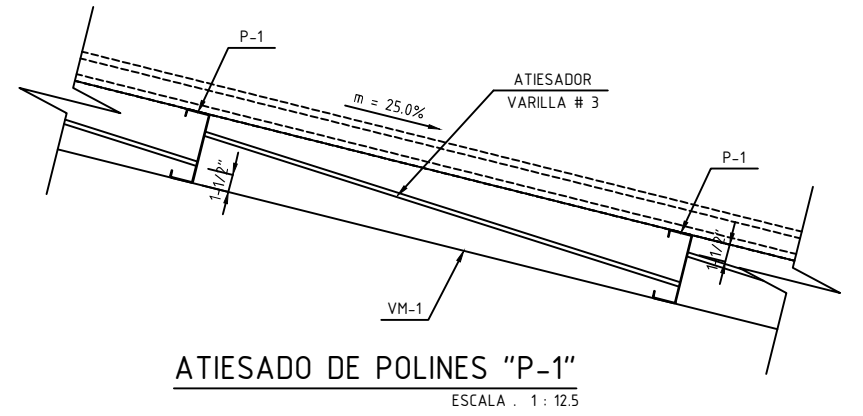
VIGA METÁLICA "VM-1"
 ESCALA: 1:1.5



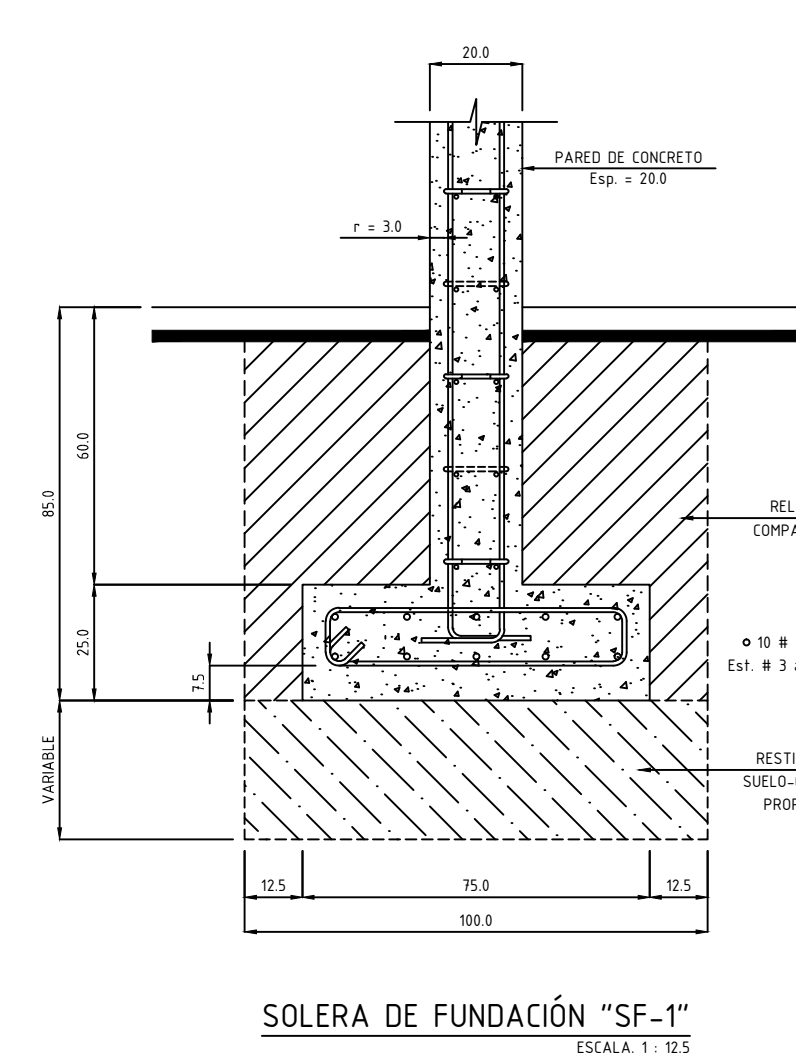
TUBO METÁLICO "TM-1"
 ESCALA: 1:1.5



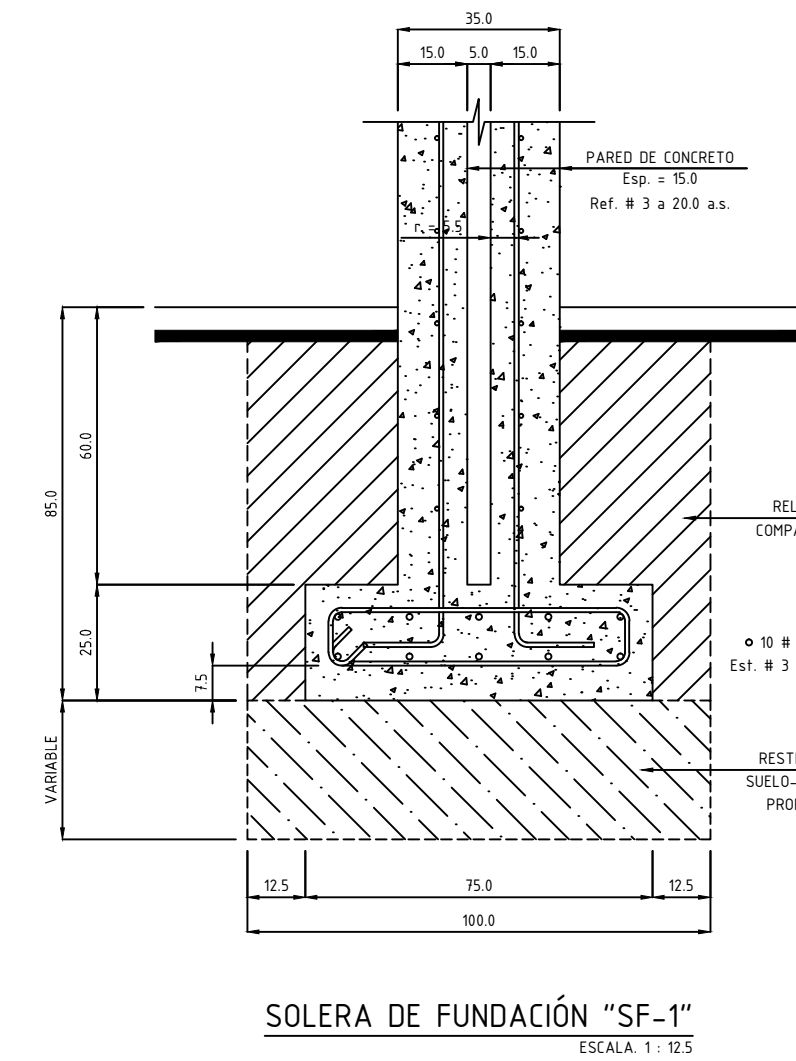
POLÍN "P-1"
 ESCALA: 1:1.5



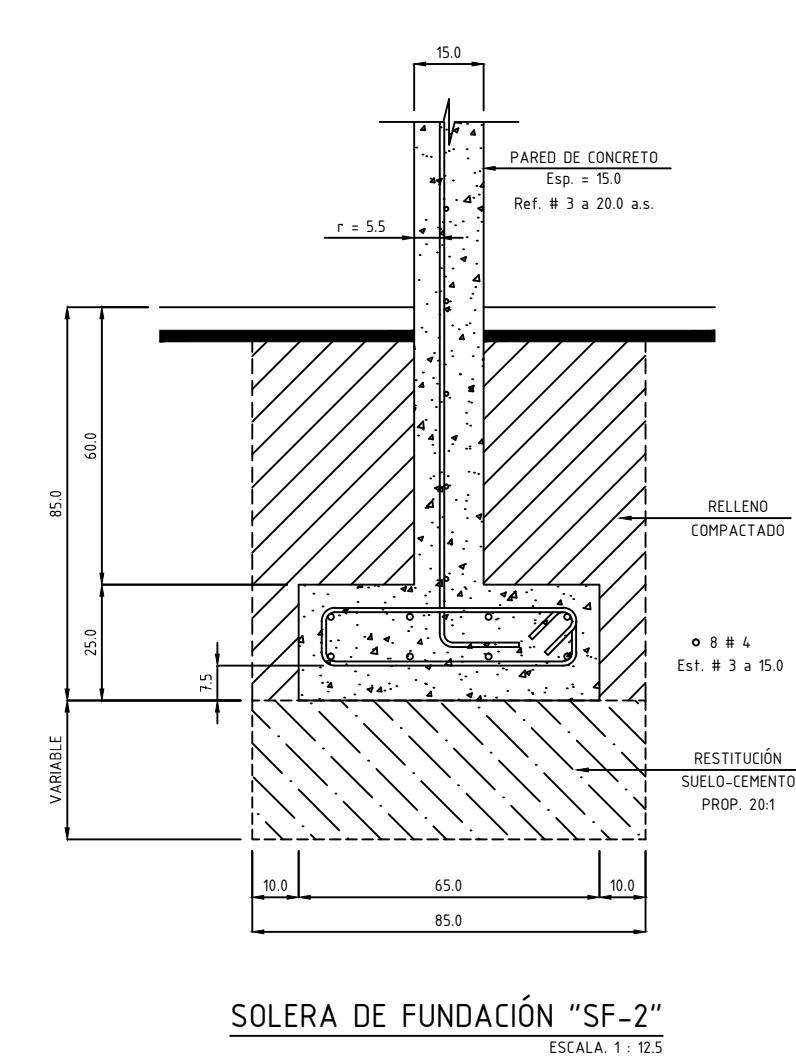
ATIESADO DE POLINES "P-1"
 ESCALA: 1:12.5



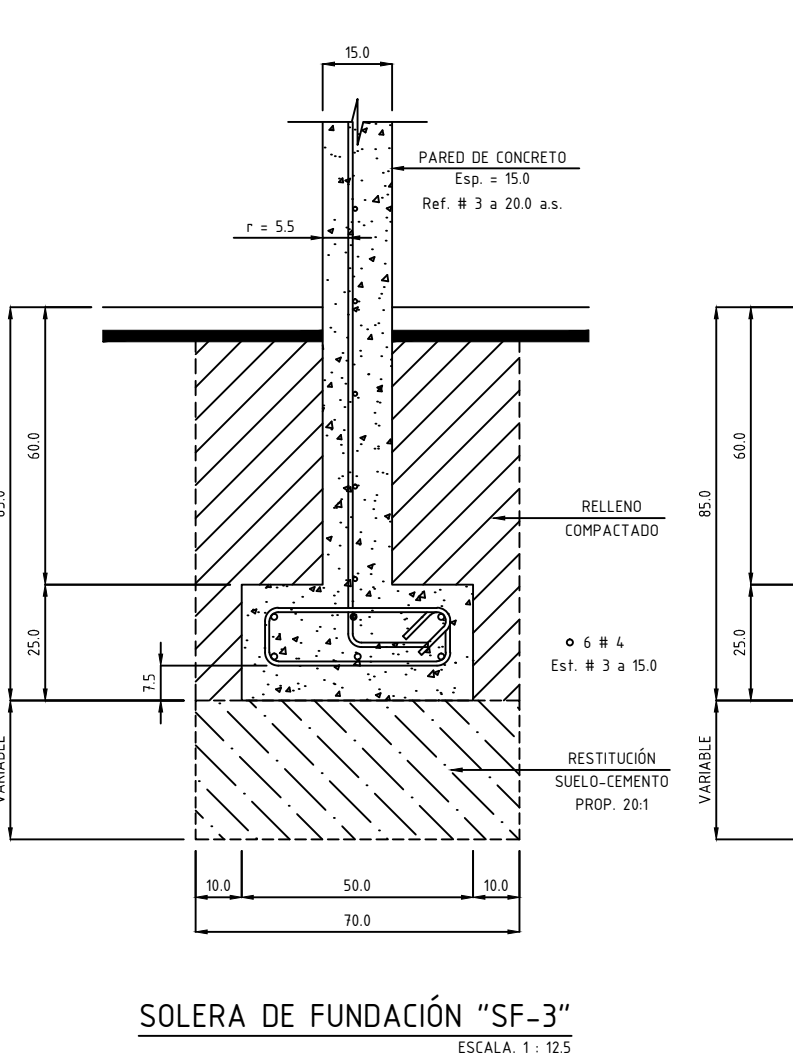
SOLERA DE FUNDACIÓN "SF-1"
 ESCALA: 1:12.5



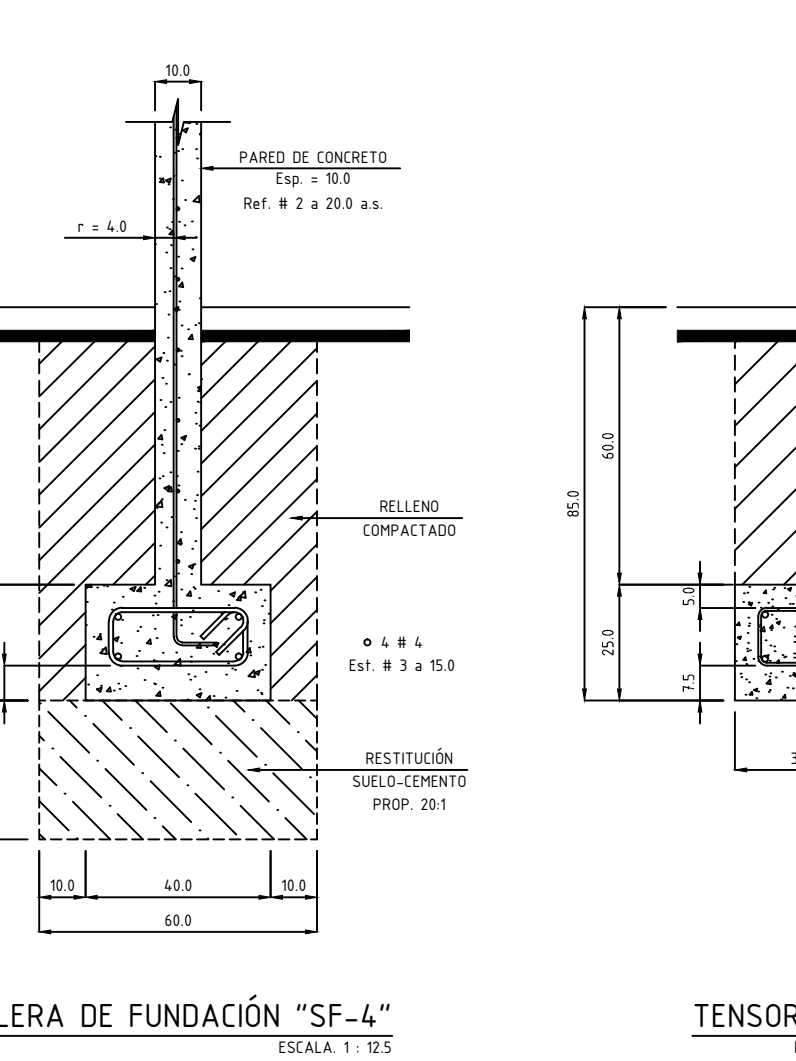
SOLERA DE FUNDACIÓN "SF-2"
 ESCALA: 1:12.5



SOLERA DE FUNDACIÓN "SF-3"
 ESCALA: 1:12.5



SOLERA DE FUNDACIÓN "SF-4"
 ESCALA: 1:12.5



TENSOR "TR-1"
 ESCALA: 1:12.5

Señor:

PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA
 CIUDAD DE SANTA TECLA

Propietario: PROGRAMA CONJUNTO VIVIENDA Y ASENTAMIENTOS

Presenta:

Diseño Estructural: **PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS**
 DETALLES ESTRUCTURALES

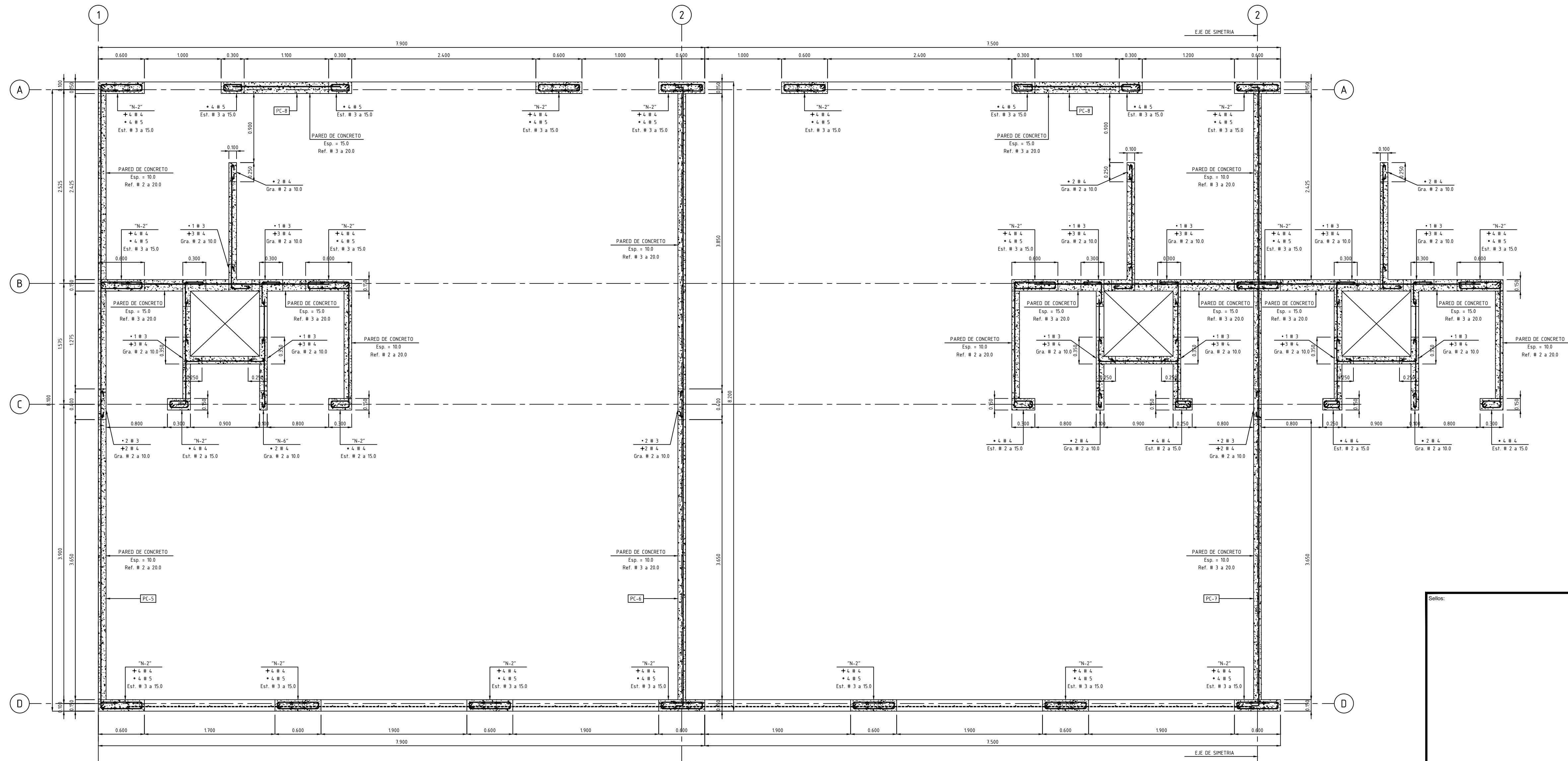
Contenido: **E03**

Aproba: **FEBRERO 2013**

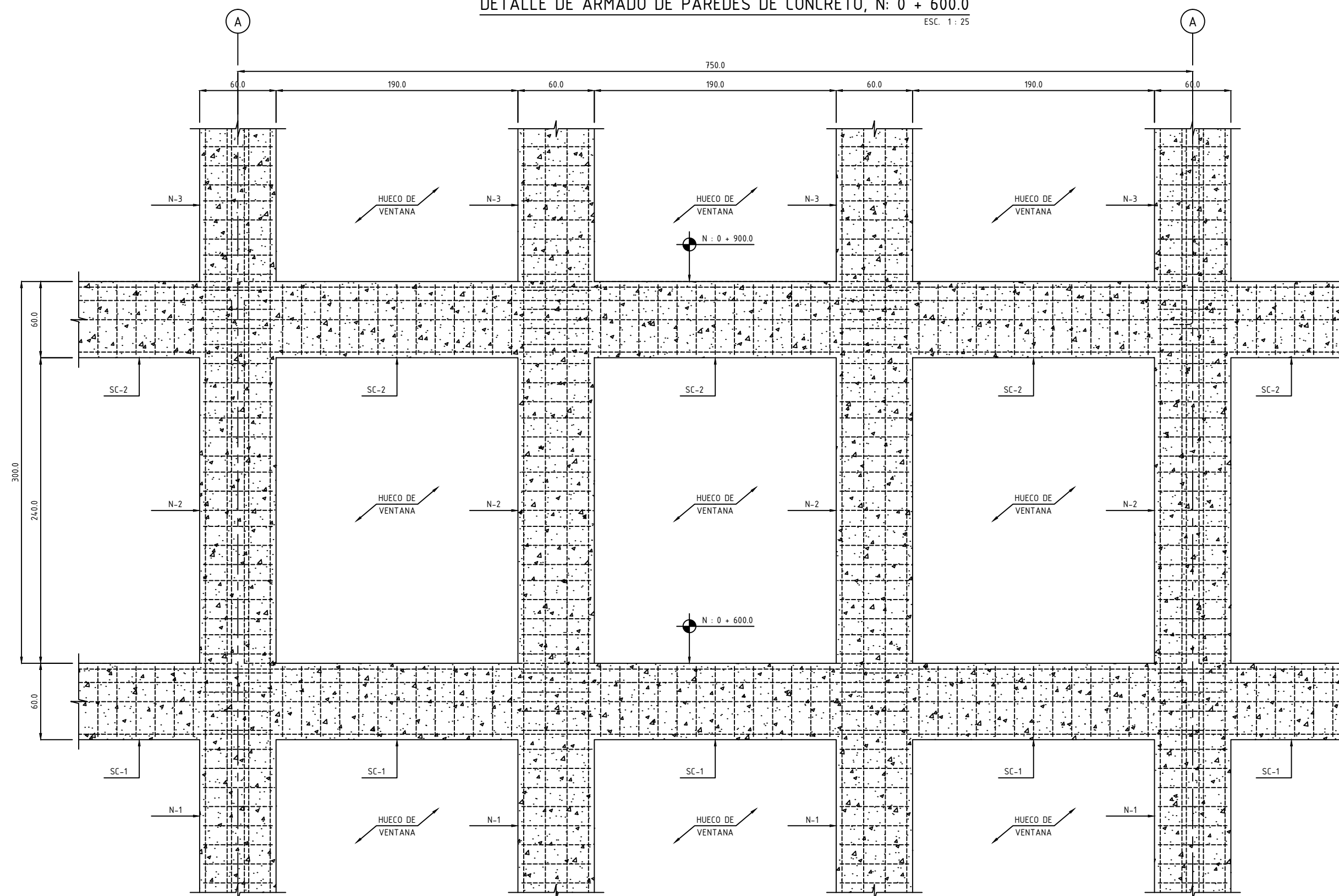
Fecha: **FEBRERO 2013**

Observaciones: **INDICADAS**

Archivo: **MEPCHEP/PELA**

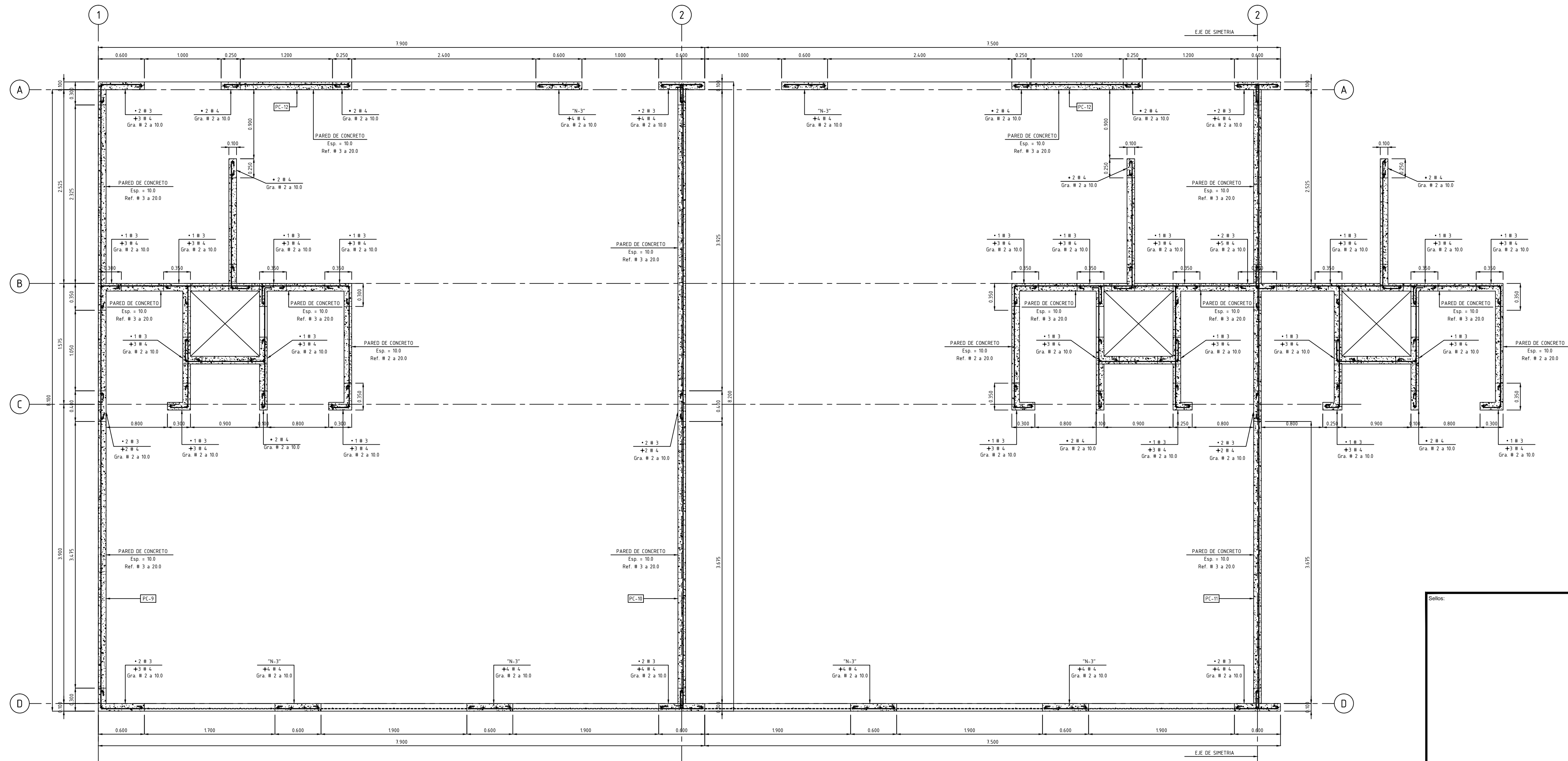


DETALLE DE ARMADO DE PAREDES DE CONCRETO, N. 0 + 600.0
ESC. 1:25

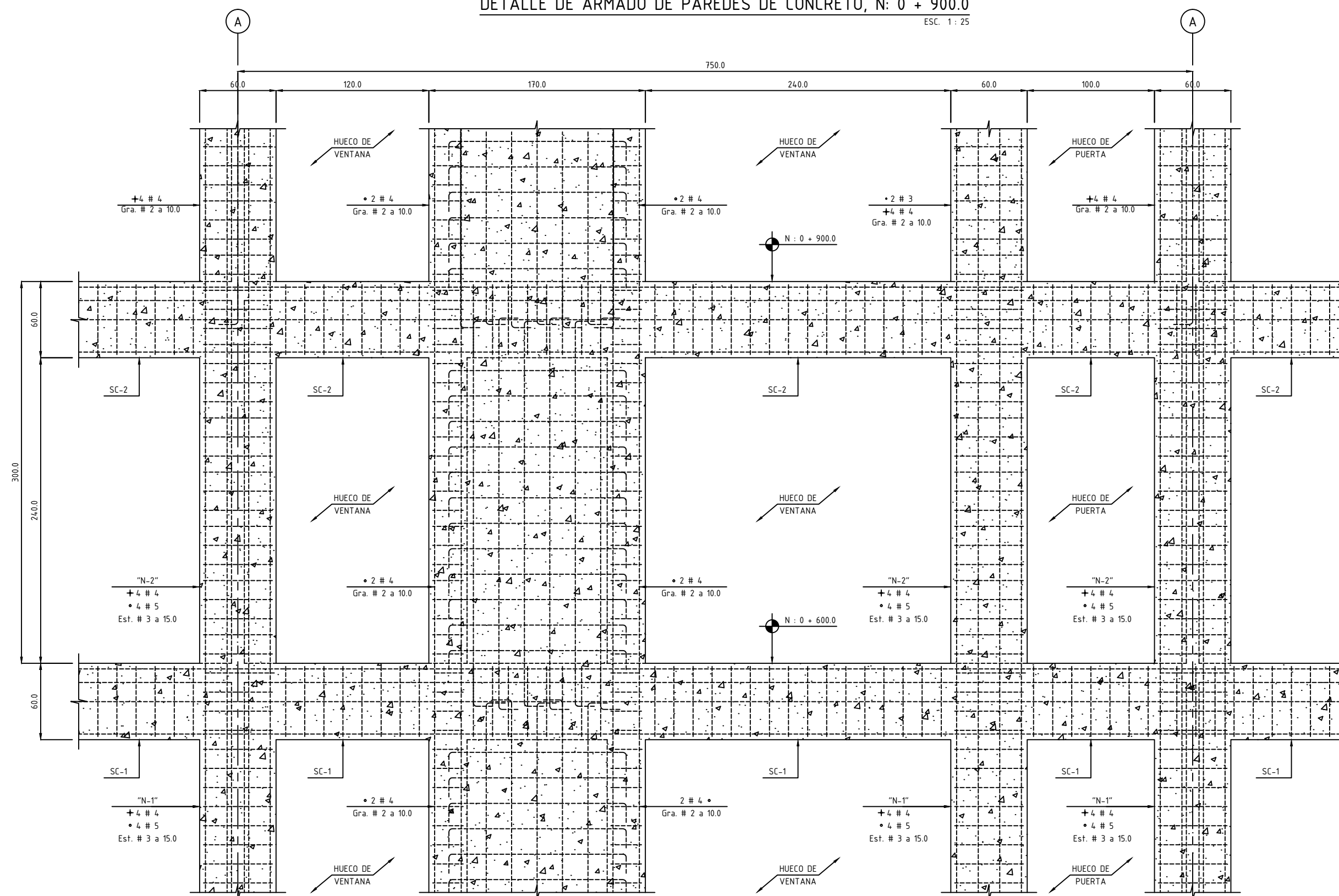


ELEVACIÓN ESTRUCTURAL TIPO ARMADO DE PARED, EJE " D " D
ESCALA: 1:25

Proyecto: PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA CIUDAD DE SANTA TECLA		
Propietario:		
Presenta:		
Diseño Estructural:	Contenido: PLANTA ESTRUCTURAL DE ARMADO DE PARES MODULO "A"	
Aprobado:	Fecha: FEBRERO 2013	Plano: E05
Observaciones:	Escala: INDICADAS	
	Archivo: MEC3499376A	

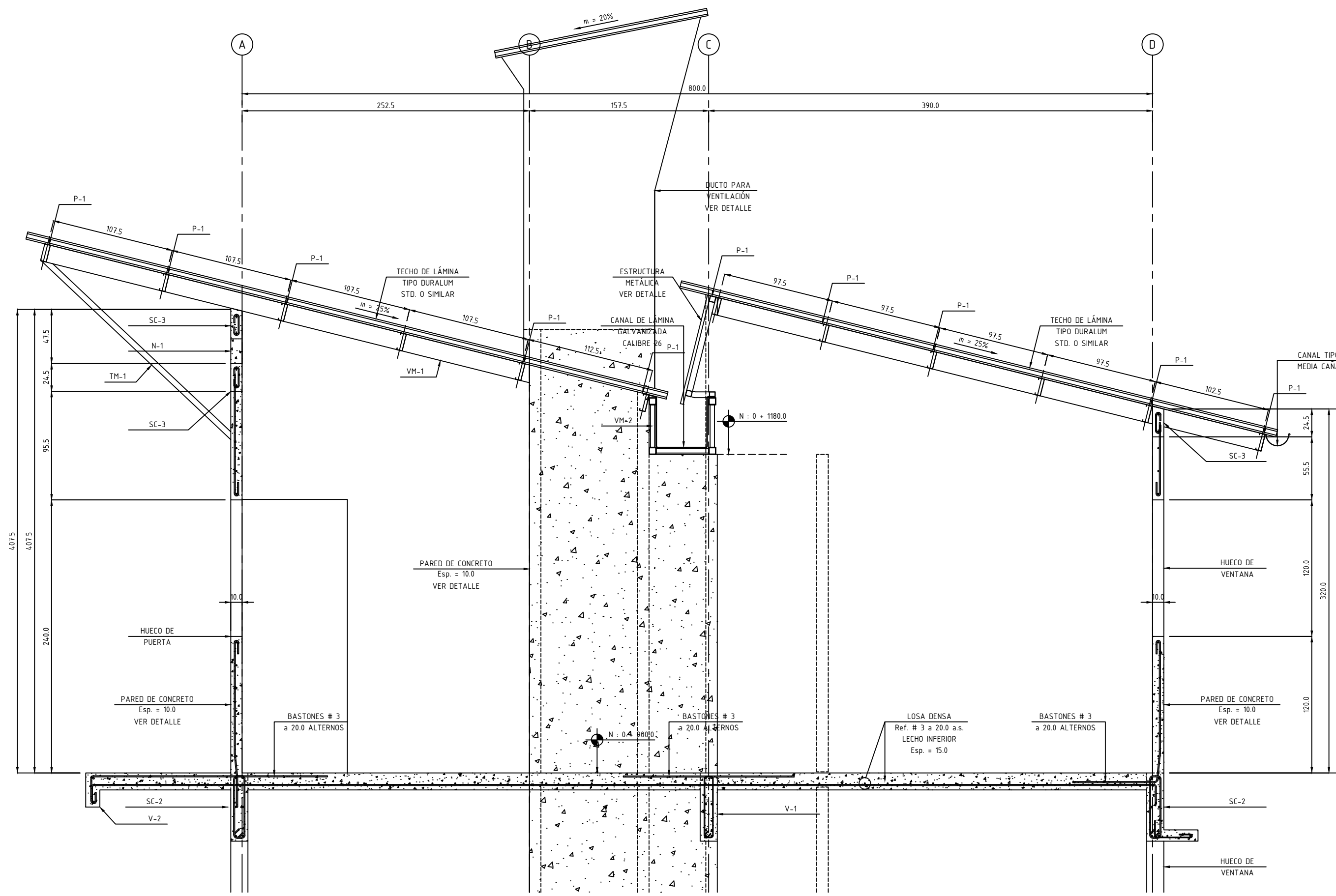


DETALLE DE ARMADO DE PAREDES DE CONCRETO, N. 0 + 900.0
ESC. 1:25

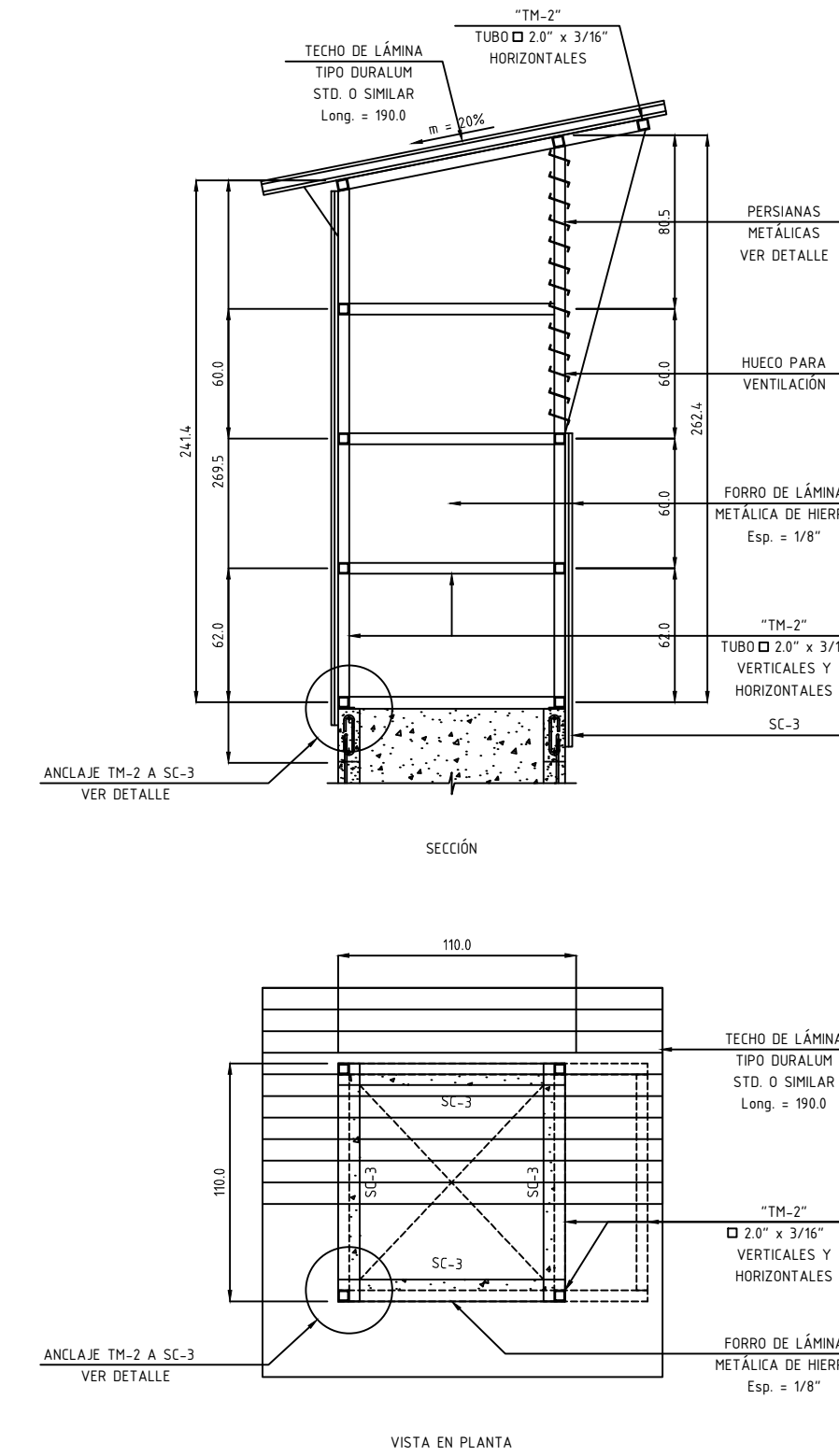


ELEVACIÓN ESTRUCTURAL TIPO ARMADO DE PARED, EJE " A "
ESCALA: 1:25

Proyecto: PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA CIUDAD DE SANTA TECLA		
Propietario:		
Presenta:		
Diseño Estructural:	Contenido: PLANTA ESTRUCTURAL DE ARMADO DE PARES MODULO "A"	Plano:
Aprobado:	Fecha: FEBRERO 2013	E06
Observaciones:	Escala: INDICADAS	
Archivo: MEC/NEP/NEA		

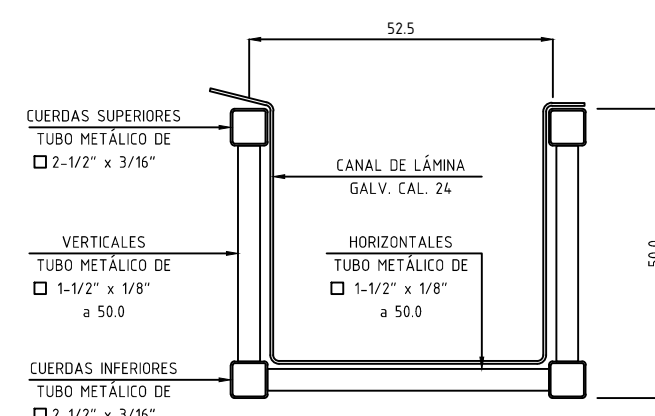


B | SECCIÓN TRANSVERSAL MODULO "A"
E08 | ESCALA: 1:25

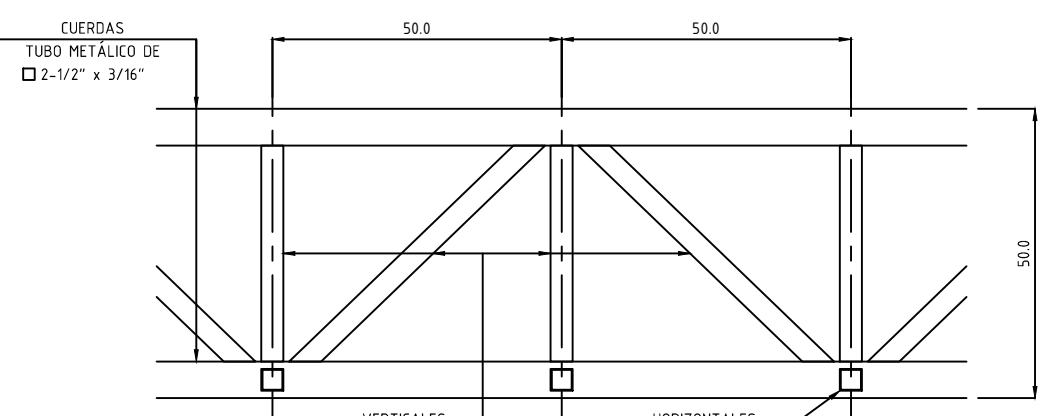


DETALLE DUCTO DE VENTILACIÓN
ESCALA: 1:25

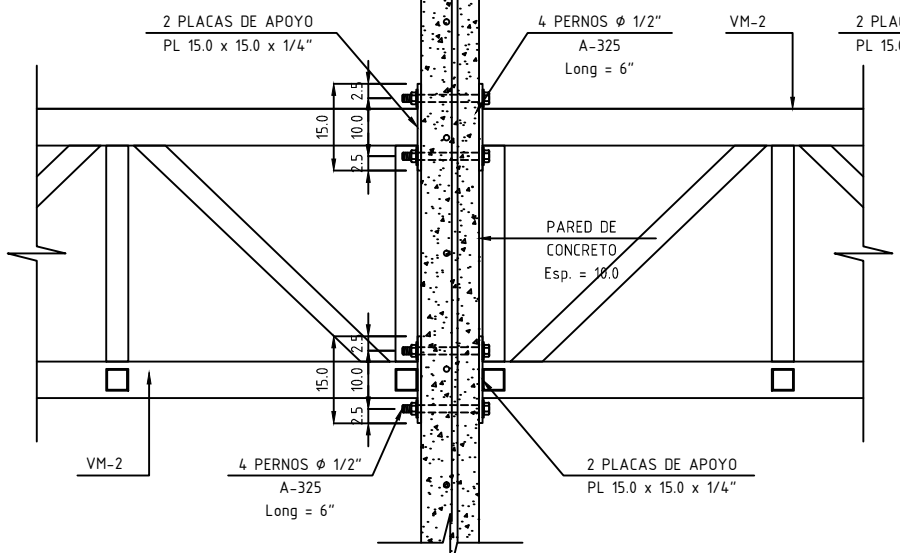
SIMBOLOS BÁSICOS DE SOLDADURA														
RANURA O TOPE					ENLACE MIENTO DE BOLS									
POSTERIOR	FILLETE	TAPON O BANANA	CUADRADO	V	BISEL	U	J	ENLACE MIENTO DE BOLS	ENLACE MIENTO DE BOLS					
SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS														
RESPALDO	ESPACIADO	SOLDADURA TODO ALREDEDOR	SOLDADURA DE CAMPO	CONTORNO	NIVELADO	CONVEXO	VEASE LA ANS PARA LOS SIMBOLOS BASICOS COMPLEMENTARIOS DE SOLDADURA							
LOCALIZACIÓN ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS EN UN SIMBOLO DE SOLDADURA														
ACABADO	CONTORNO	ABERTURA EN LA RAIZ	GARGANTA EFECTIVA	PROFUNDIDAD DE LA PREPARACION O HANCHO EN PULGADAS	LINEA DE REFERENCIA	ESPECIFICACION PROCESO U OTRAS REFERENCIAS	COLA (SE DIBUJA CUANDO NO HAY REFERENCIAS)	REFERENCIA DE DETALLE	ANGULO DE RANURA O ANGULO	LONGITUD DE RANURA EN PULGADAS	PASO ESPACIAMIENTO ENTRE CONTORNIOS DE SOLDADURA	SOLDADURA DE CAMPO	SOLDADURA TODO ALREDEDOR	LA FLECHA CONECTA LA LINEA DE REFERENCIA AL LADO DERECHO DE LA LINEA (SE USAN CUANDO COMO EN A Y B PARA SEÑALAR QUE LA FLECHA SEÑALA AL DERECHO DE LA BANTA QUE DEBE PREPARARSE CON ALGUN TIPO DE BISEL)



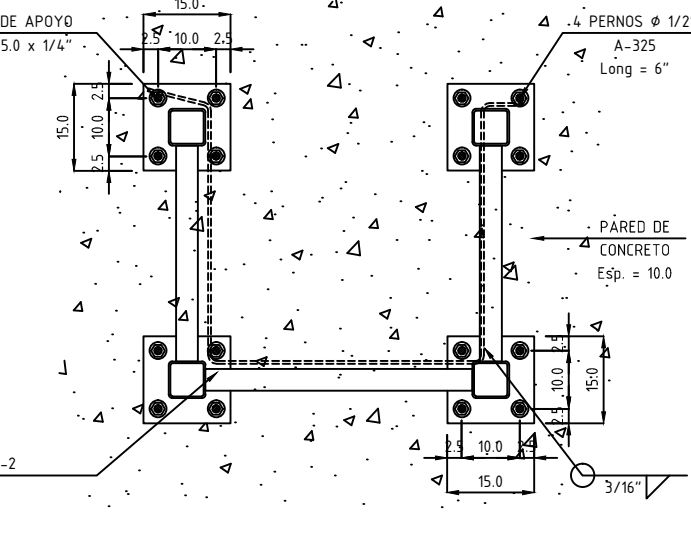
SECCIÓN TRANSVERSAL



SECCIÓN LONGITUDINAL



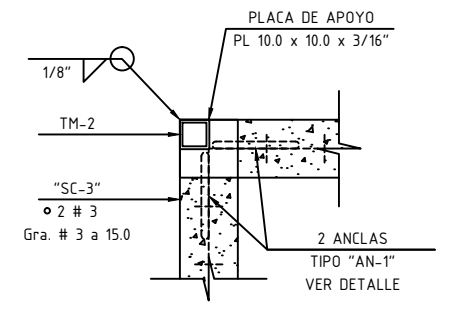
SECCIÓN TRANSVERSAL



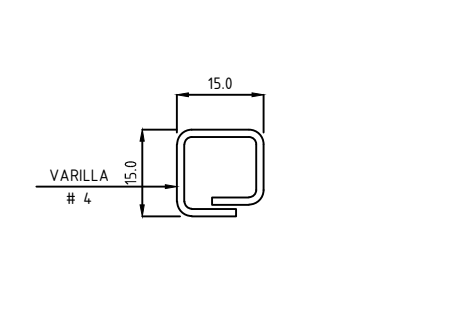
ELEVACIÓN FRONTAL

VIGA CANAL "VM-2"
ESCALA: 1:10

ANCLAJE DE VIGA "VM-2" A PARED DE CONCRETO
ESCALA: 1:10

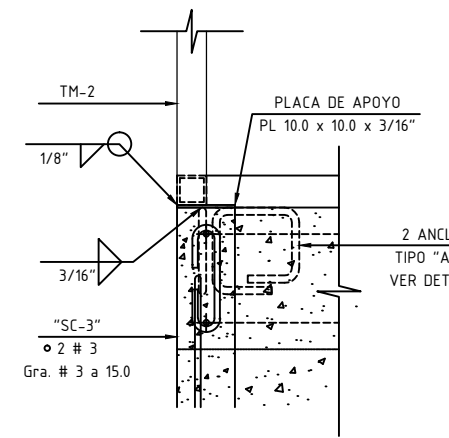


PLANTA

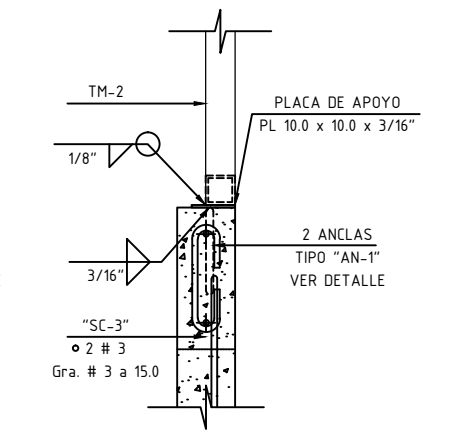


ANCLA "AN-1"

DETALLE UNIÓN DE "P-1" A "VM-1"
ESCALA: 1:35



ELEVACIÓN FRONTAL

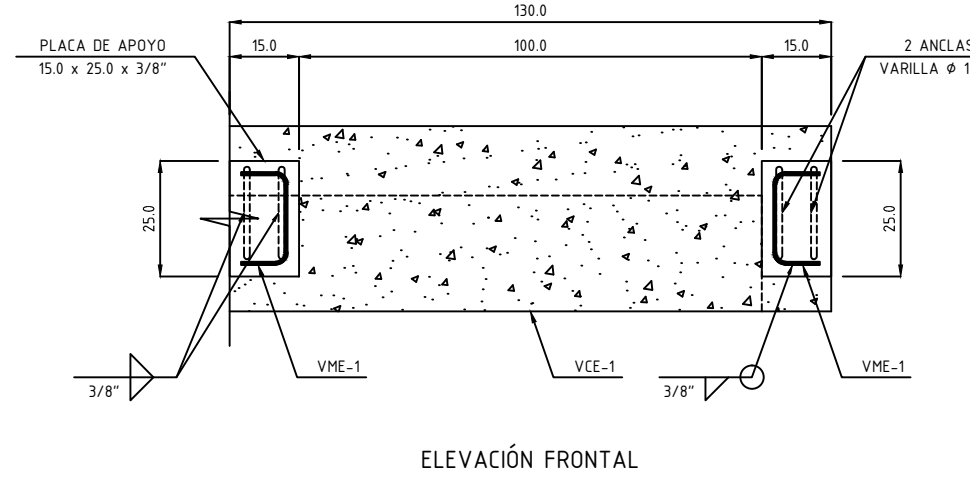


SECCIÓN LATERAL

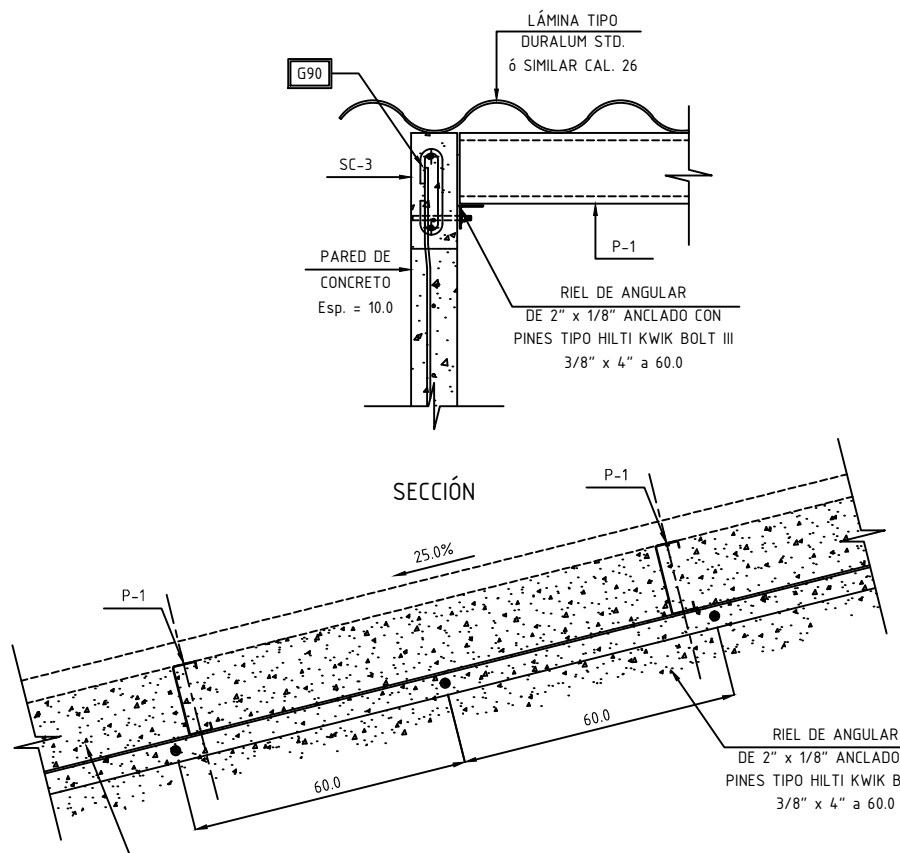
ANCLAJE DE "TM-2" A "SC-3"
ESCALA: 1:10

ANCLAJE DE "VM-1" A PARED DE CONCRETO
ESCALA: 1:35

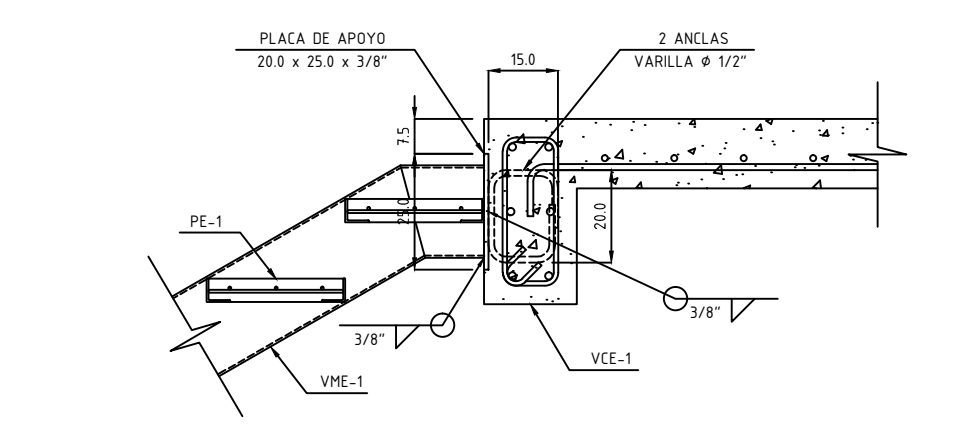
APOYO DE POLÍN "P-1"
ESCALA: 1:25



ELEVACIÓN FRONTAL



ELEVACIÓN LATERAL



ELEVACIÓN LATERAL

DETALLE UNIÓN DE "VME-1" A "VC-2"
ESCALA: 1:25

Señal:

Proyecto: **PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA**
CIUDAD DE SANTA TECLA

Propietario:

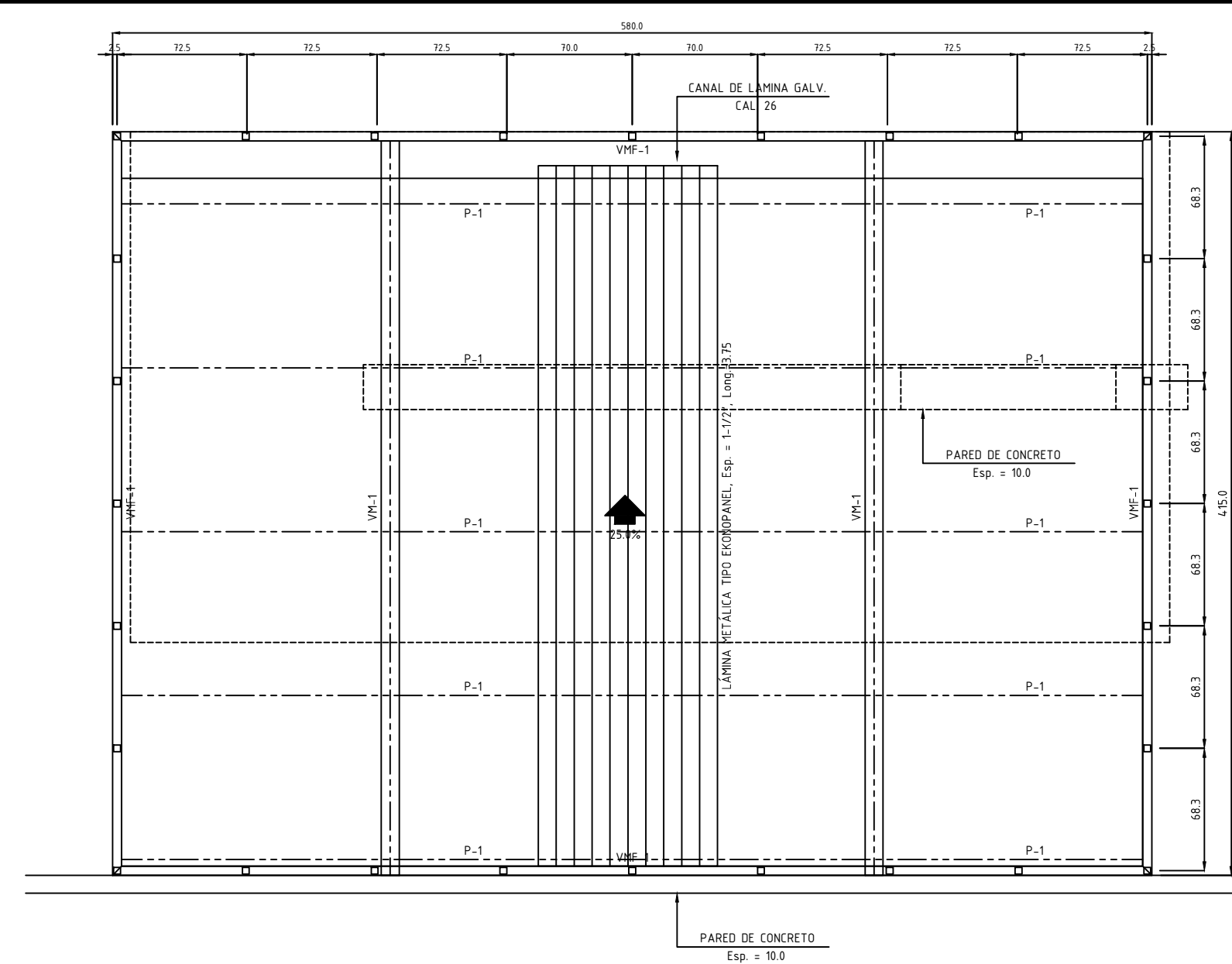
Presenta:

Diseño Estructural: **SECCIÓN ESTRUCTURAL DE MODULO "A"**

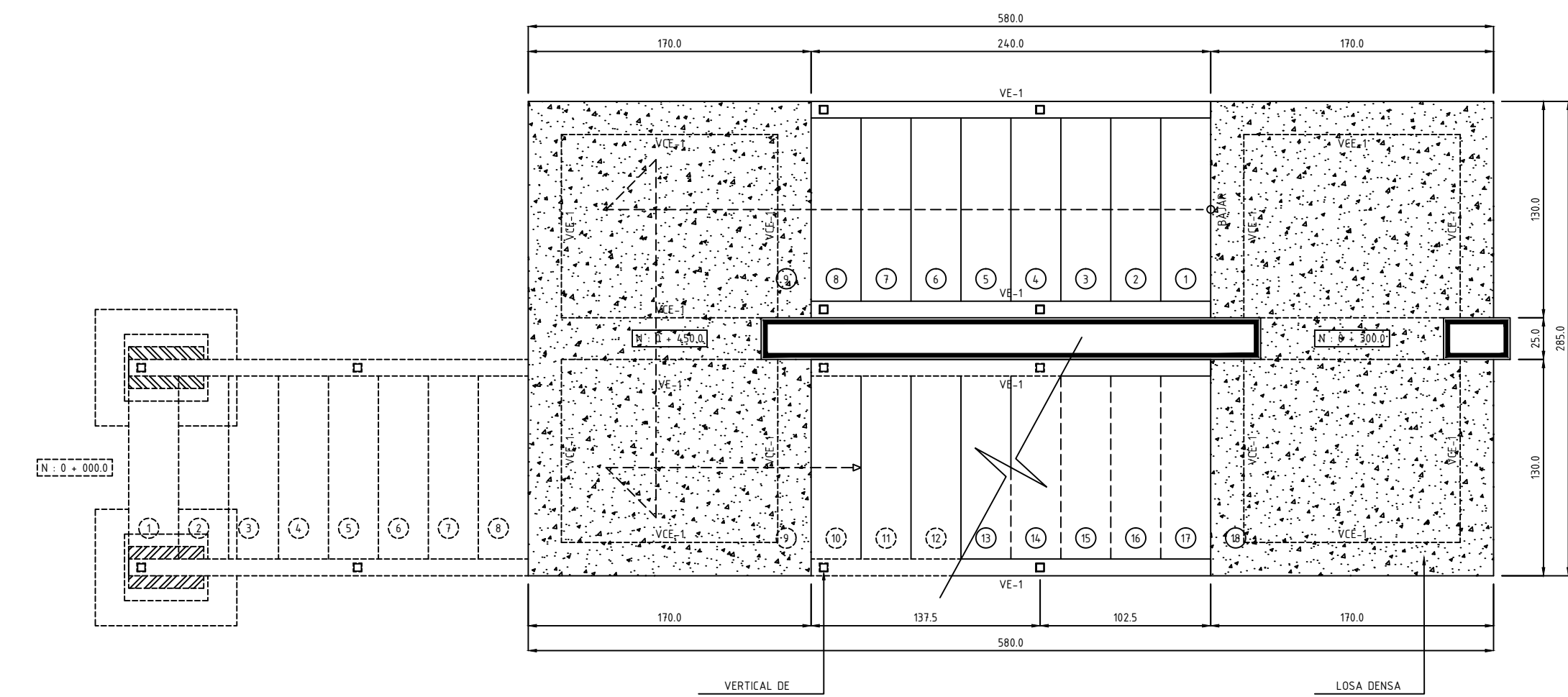
Aproba: Fecha: FEBRERO 2013 Plano: **E08**

Observaciones: Escala: INDICADAS

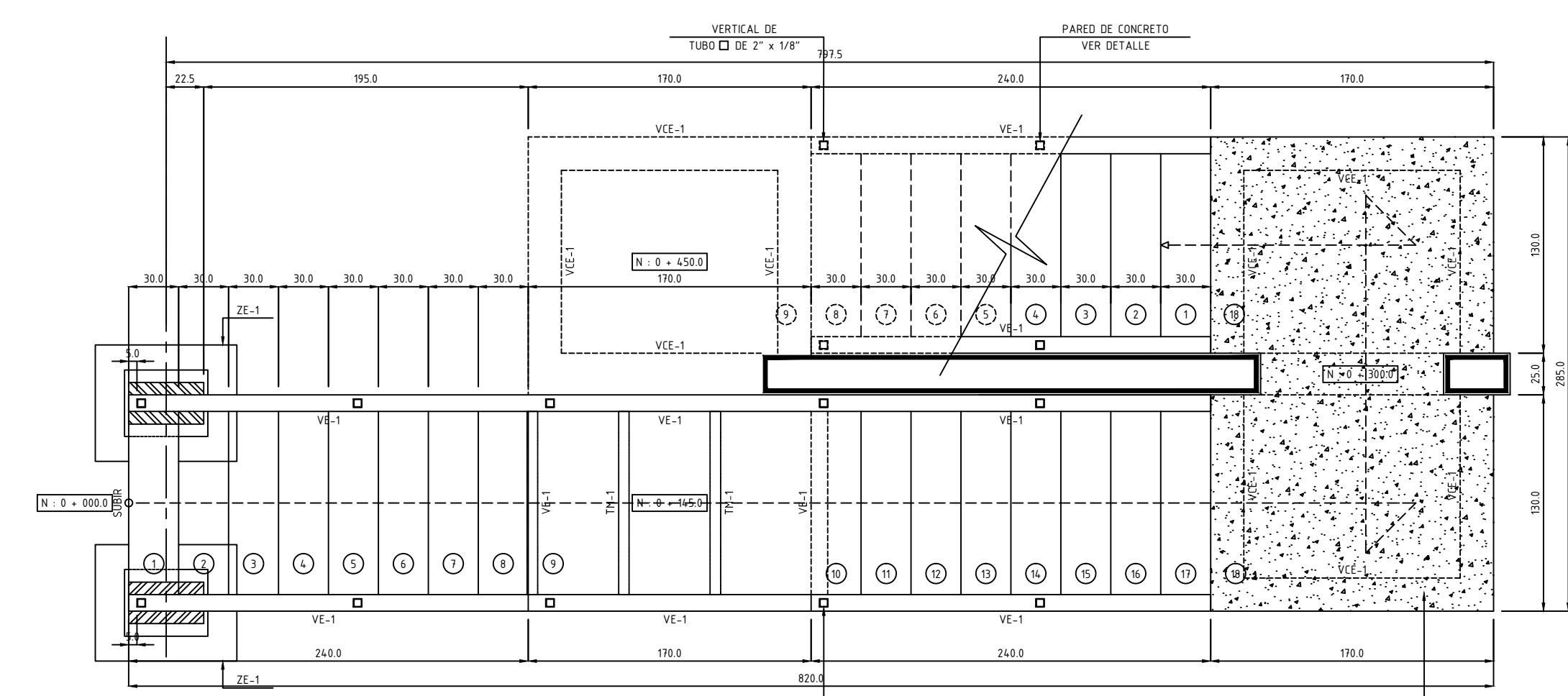
Archivo: MEC/REP/08A



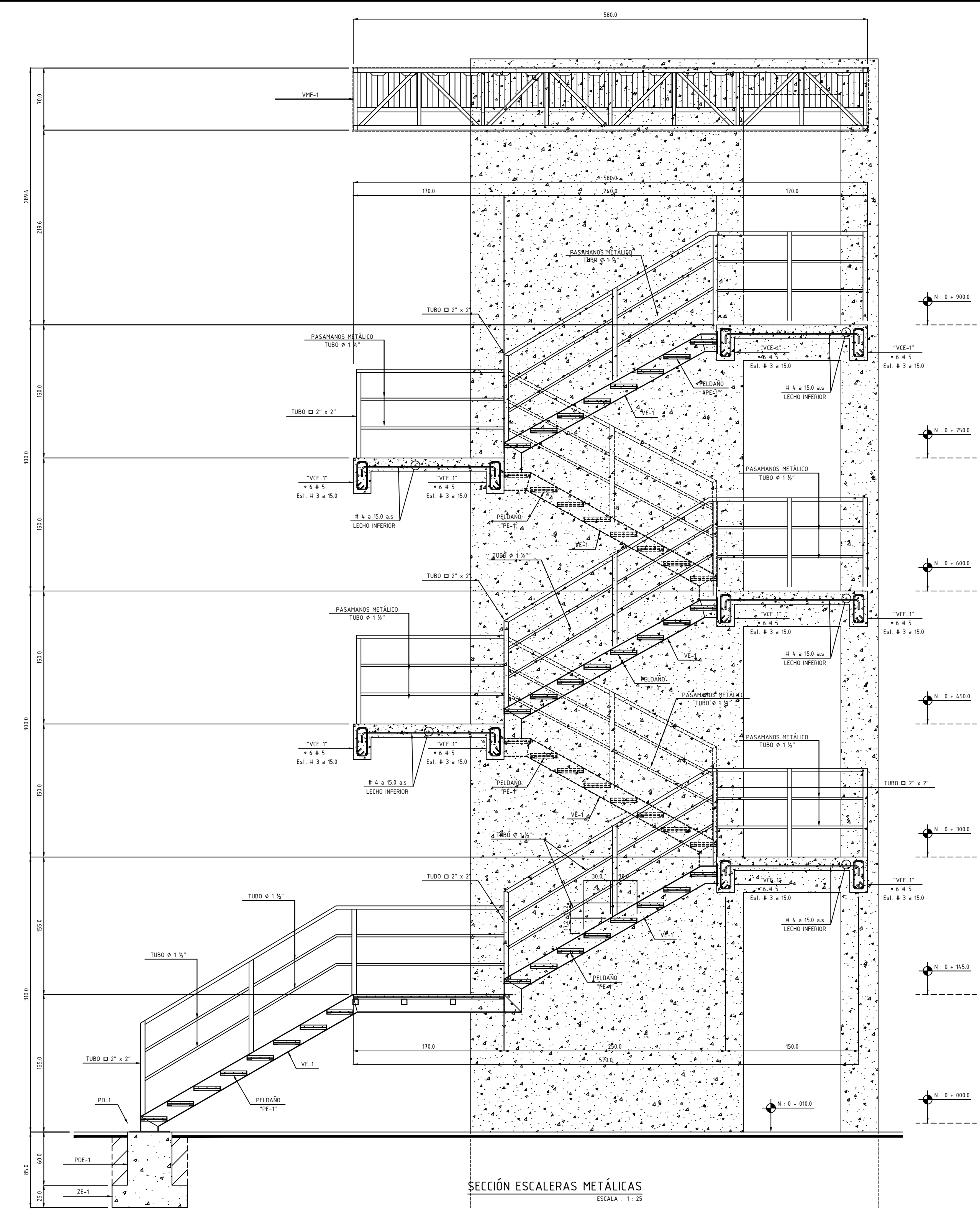
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS EN ESCALERAS METÁLICAS
ESCALA: 1/25



PLANTA ESTRUCTURAL DE ESCALERAS METÁLICAS
ESCALA: 1/25

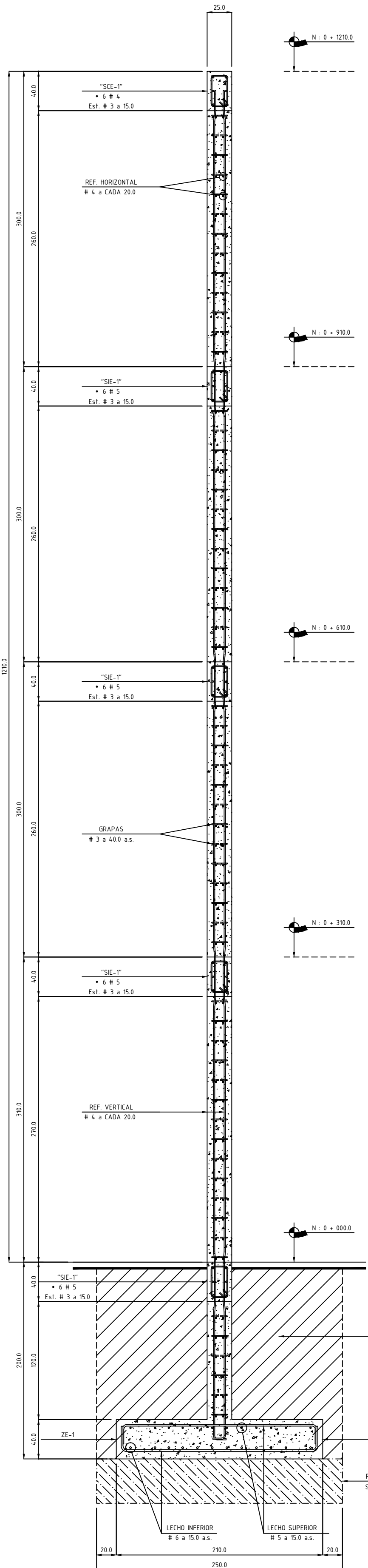


PLANTA ESTRUCTURAL DE ESCALERAS METÁLICAS
ESCALA: 1/25

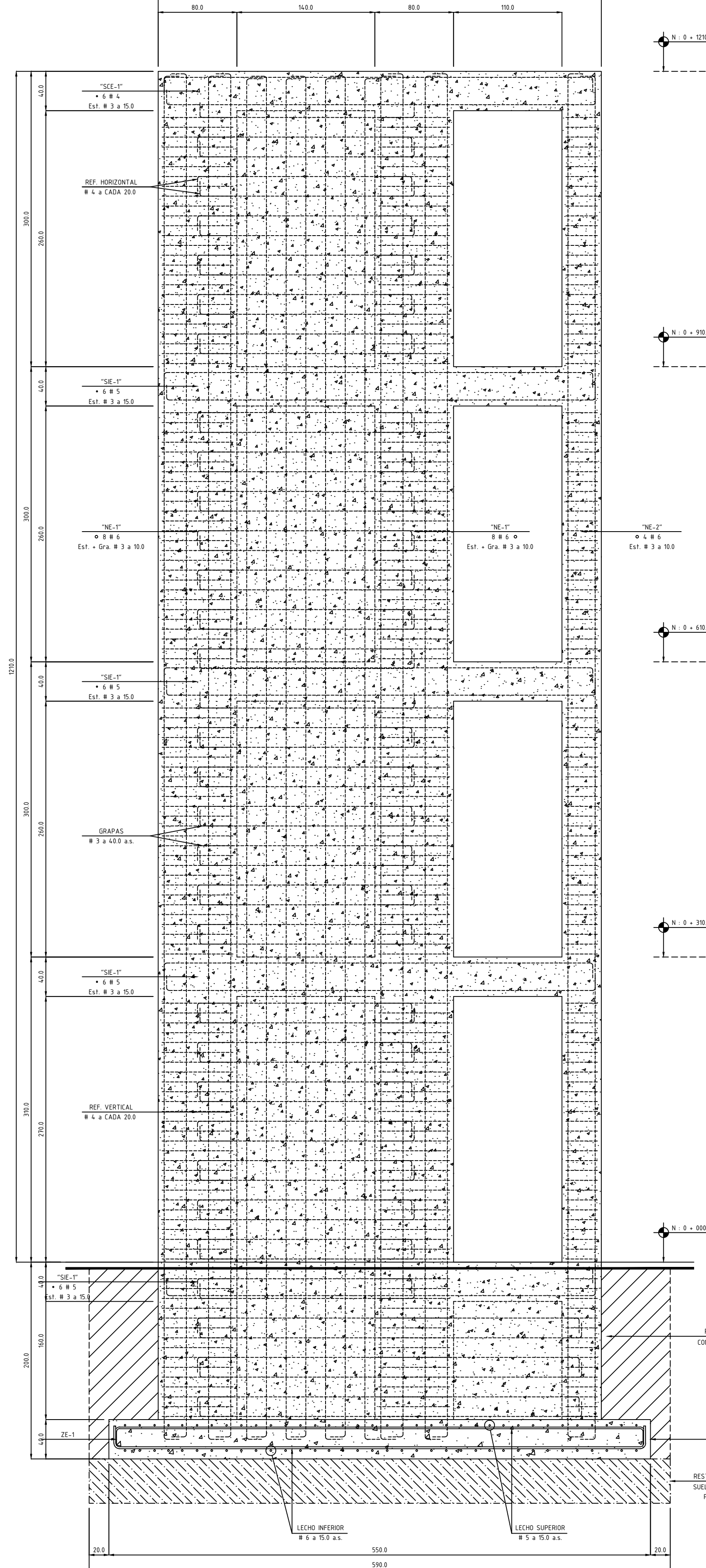


SECCIÓN ESCALERAS METÁLICAS
ESCALA: 1/25

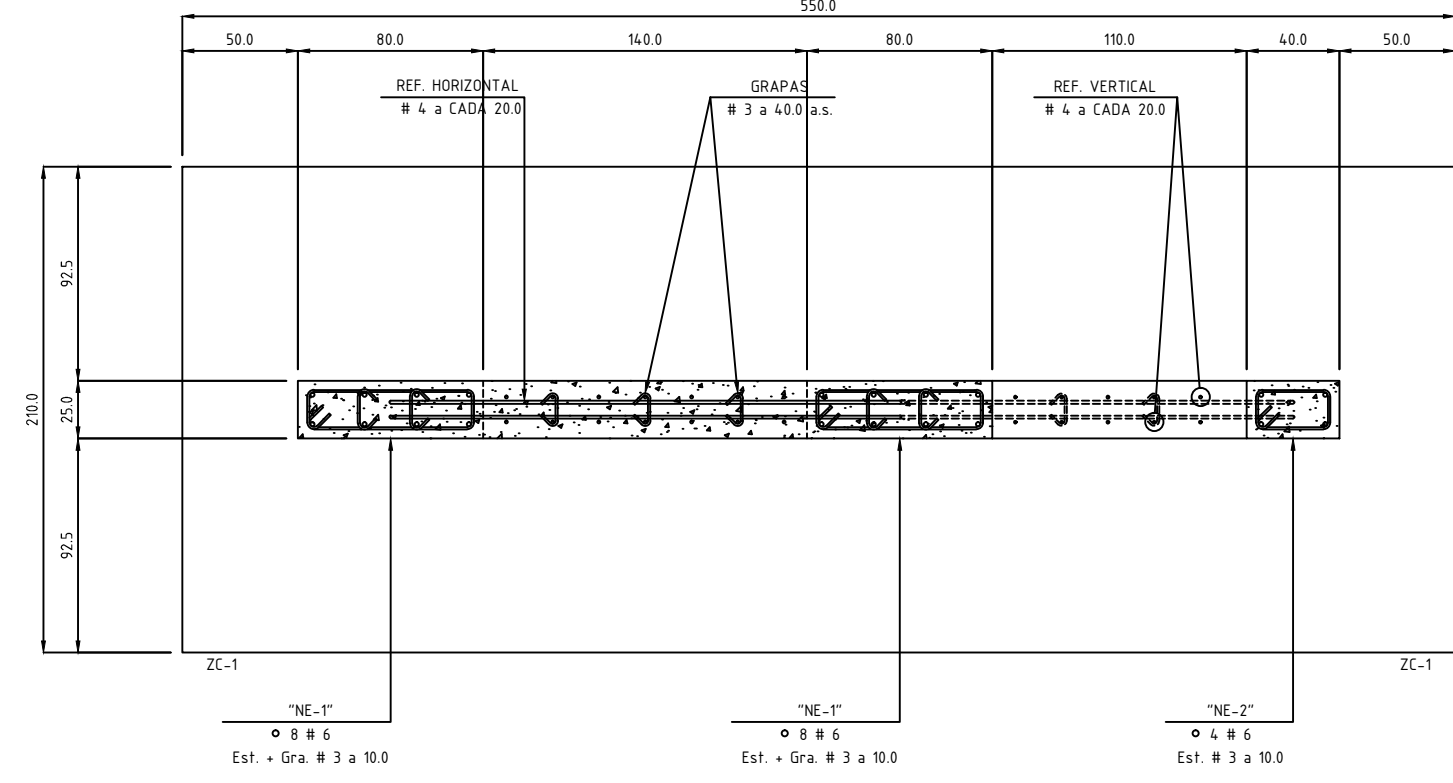
PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA CIUDAD DE SANTA TECLA		
Propietario:		
Presenta:		
Diseño Estructural:	Contenido: SECCIÓN ESTRUCTURAL DE MÓDULO "A"	
Aproba:	Fecha: FEBRERO 2013	Plano: E09
Observaciones:	Escala: INDICADAS	
	Archivo: MEPCHEP/03/04	



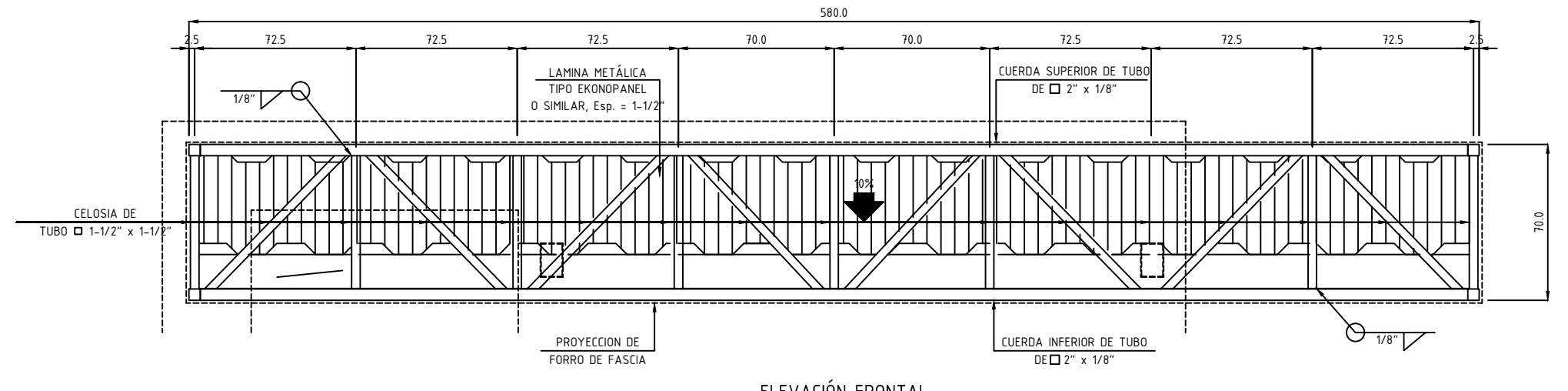
SECCIÓN PARED DE ESCALERAS
ESCALA: 1:25



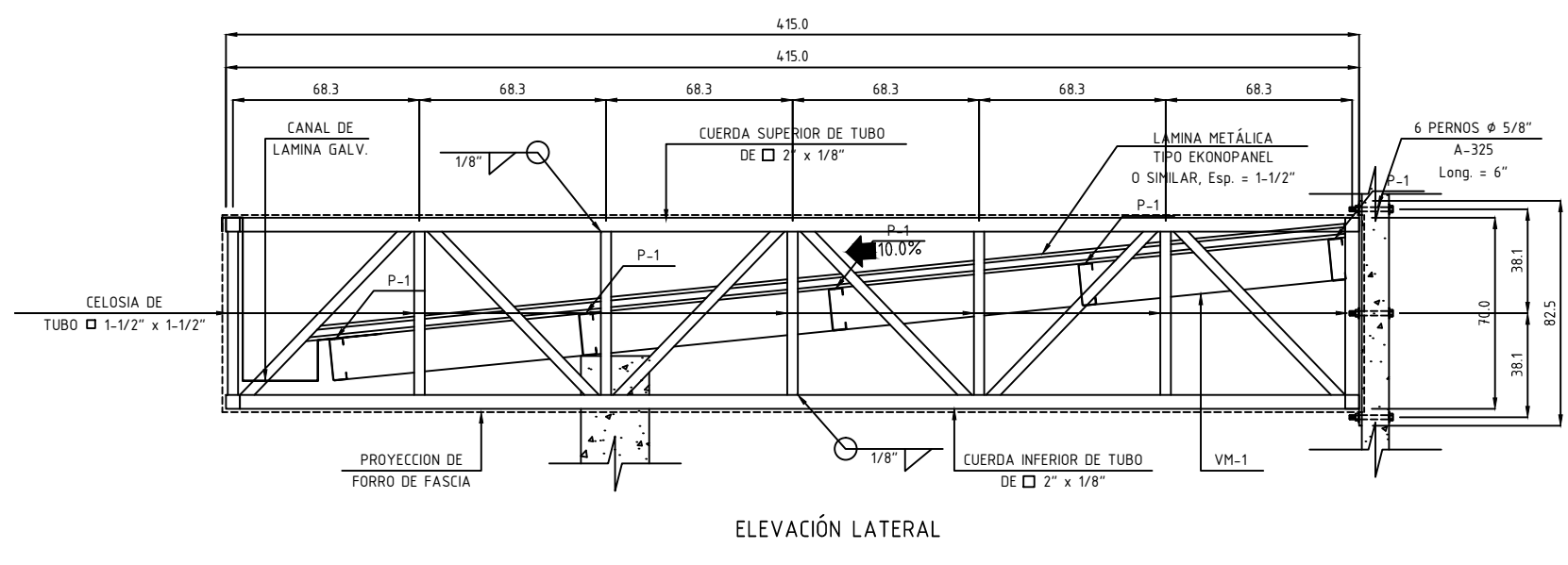
ELEVACIÓN ESTRUCTURAL PARED DE ESCALERAS
ESCALA: 1:25



PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES, PARED DE ESCALERAS
ESPAESOR = 25.0
ESCALA: 1:25

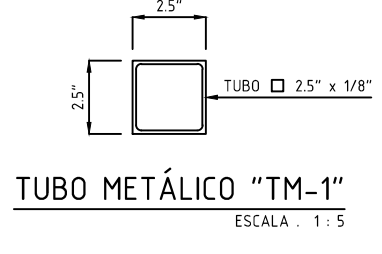


ELEVACIÓN FRONTAL

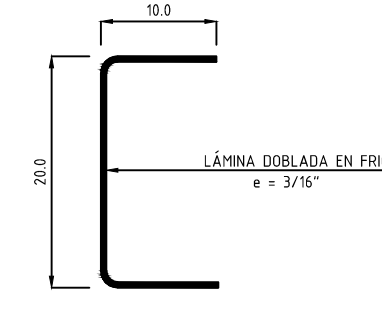


ELEVACIÓN LATERAL

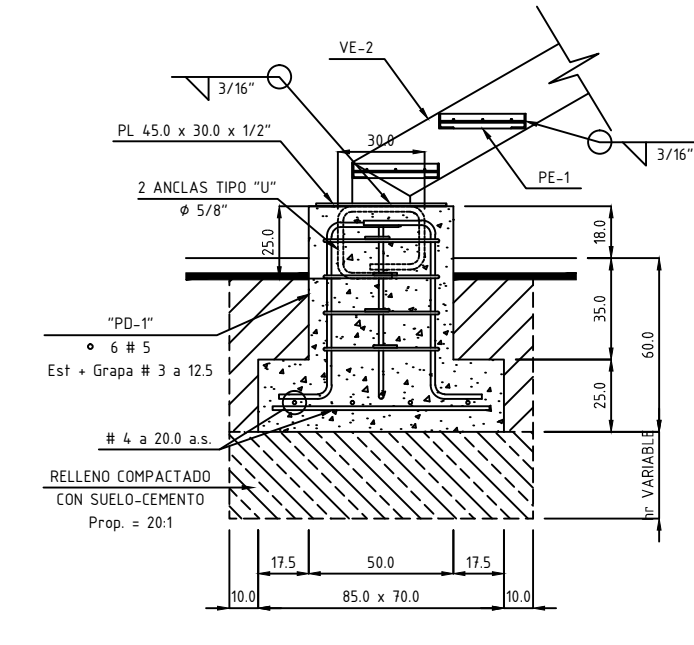
DETALLE DE VIGA METÁLICA DE FASCIA "VMF-1"
PORCHE
ESCALA: 1:20



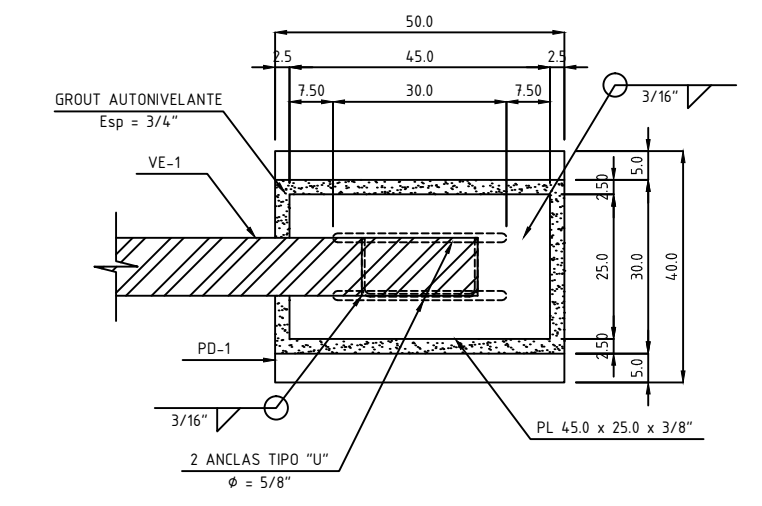
TUBO METÁLICO "TM-1"
ESCALA: 1:5



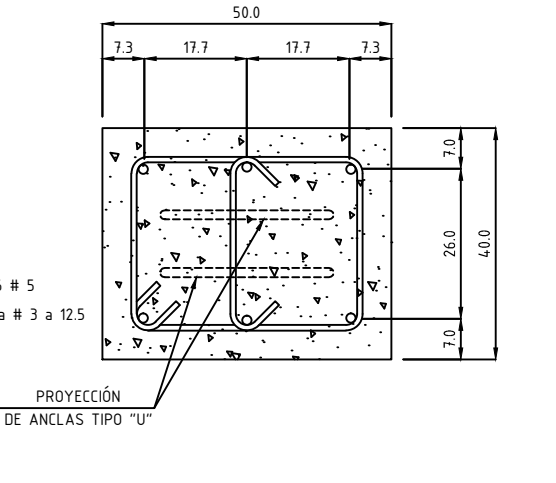
VIGA "VCE-1"
ESCALA: 1:5



ELEVACIÓN DE ZAPATA "ZE-1"
ESCALA: 1:20



UNIÓN DE "VE-1" a "PDE-1"
ESCALA: 1:10



PEDESTAL "PDE-1"
ESCALA: 1:10

PROYECTO HABITACIONAL LA GRAN MANZANA CIUDAD DE SANTA TECLA		
Propietario:		
Presenta:		
Diseño Estructural:	Contenido: SECCIÓN ESTRUCTURAL DE MÓDULO "A"	
Aproba:	Fecha:	Plano:
	FEBRERO 2013	E10
Observaciones:	Escala:	INDICADAS
	Archivo:	MEPCHEP/BEA